

# RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

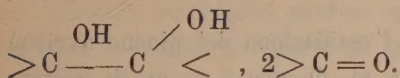
*pervenute all'Accademia sino al 3 agosto 1902.*

~~~~~

**Chimica.** — *Ossidazione con acetato mercurico* <sup>(1)</sup>. Nota preliminare del Corrispondente L. BALBIANO e di V. PAOLINI.

In una Nota pubblicata nella Chem. Zeit. <sup>(2)</sup> noi abbiamo descritto una nuova reazione atta a scoprire piccole quantità di olefine negli eteri di petrolio: questa reazione ci fu suggerita dai composti che le olefine fanno coi sali mercurici, composti principalmente studiati da G. Denigés <sup>(3)</sup> e da H. A. Hofmann <sup>(4)</sup>, e trovammo nell'acetato mercurico il reagente adatto al nostro scopo.

L'acetato mercurico, sotto l'influenza dell'olefina, si riduce ad acetato mercurioso insolubile e nello stesso tempo l'anione — C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub> tende a costituire coll'acqua la molecola dell'acido acetico C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub> e quindi isola l'anione — OH od ossigeno, i quali reagendo sul doppio legame dell'olefina, >C=C< si fissano ed idratano od ossidano i due atomi di carbonio



Siccome l'acetato mercurioso è quasi insolubile nell'acqua, la reazione ha un grado notevole di sensibilità, tanto che potemmo scoprire 1 p. di ami-

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di chimica farmaceutica dell'Università di Roma.

(2) 1901, pag. 932.

(3) Bull. Soc. ch. Paris 1898, Ser. 3<sup>a</sup>, pag. 19, pag. 494.

(4) D. chem. Ges. Ber. 1900, 33, 1353.

lene sciolto in 1000 p. di paraffine liquide o di benzolo. Nel caso speciale del trimetiletilene  $(\text{CH}_3)_2 : \text{C} = \text{CH} \cdot \text{CH}_3$  ottenemmo aldeide acetica ed acetone e, dai prodotti di ossidazione, potemmo dedurre che l'olefina riscontrata in un petrolio americano era 1-etil-2-dimetiletilene  $(\text{CH}_3)_2 : \text{C} = \text{CH} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$ . I nuclei aromatici, benzolo, naftalina, antracene, come i nuclei completamente idrogenati, i nafteni, non reagiscono coll'acetato mercurico, il che dimostra che per esplicare la sua azione ossidante a freddo esso ha bisogno di un così detto « legame etilenico » a cui addizionarsi e dare la combinazione labile che poi si sdoppia in acetato mercurioso ed anione acetico, il quale anione scinde l'acqua in OH od ossigeno.

Già alcuni anni fa I. Tafel <sup>(1)</sup> adoperò l'acetato mercurico come ossidante, ma in condizioni differenti dalle nostre. Egli riscaldò in tubi chiusi soluzioni acquose di acetati metallici facilmente idrolizzabili e che danno ossidi facilmente decomponibili coll'azione del calore, come gli acetati di argento e di mercurio, e potè così ridurre la piperidina a piridina, la coniina a conirina e la tetraidrochinolina a chinolina. Il nostro nuovo modo di ossidazione è specialmente caratterizzato dal fatto importante che si compie lentamente alla temperatura ordinaria e quindi può dare un aiuto prezioso nelle ricerche delicate di *abbau* delle molecole complesse senza che presumibilmente avvengano trasposizioni molecolari. Con questo scopo, e nell'intento anche di generalizzare la reazione da noi scoperta, ci ponemmo un programma di ricerca; di sperimentare sopra composti ciclici non completamente idrogenati, cioè intermedi fra gli aromatici e i nafteni, ed a ciò servono i terpeni, e secondariamente vedere come si comportassero le catene laterali dei nuclei aromatici quando contengono legame etilenico. In questa Nota riferiamo sommariamente le esperienze fatte ed i risultati ottenuti, quantunque il nostro programma non sia ancora completato, anzi può dirsi appena iniziato.

### S-Pinene.

Tra i terpeni abbiamo scelto il S-pinene; il campione adoperato aveva  $D_{15}^{15} = 0,856$ , bolliva a  $155^\circ\text{--}156^\circ$  ed il potere rotatorio specifico a  $15^\circ$  era  $[\alpha]_D = -40^\circ,71$ .

Esperienze preliminari dimostrano che l'ossidazione del pinene avviene completamente quando si adoperi per 1 p. m. di esso 3 p. m. di acetato mercurico; perciò gr. 50 di S-pinene vennero agitati a temperatura ordinaria con gr. 349 di acetato mercurico sciolti in  $1400\text{ cm}^3$  di acqua. La reazione s'inizia subito con deposito di laminette bianche di acetato mercurioso, senza che nella massa si noti un aumento sensibile di temperatura. Si lascia completare la reazione agitando di tanto in tanto ed al terzo giorno i cristalli

(1) D. chem. Ges. Ber. 1892, T. 25, 1619.



di acetato mercurioso assumono una tinta grigiastra per mercurio che si isola. Dopo 7 od 8 giorni di reazione si filtra ed il filtrato colorato in giallo chiaro e che odora fortemente di acido acetico, non dà più pinene alla distillazione in corrente di vapore, si concentra a fuoco diretto a piccolo volume. Si filtra dalle sostanze resinose ed un po' di mercurio che si separa nella concentrazione e si estrae ripetutamente con etere. L'etere lascia alla distillazione un liquido oleoso, da cui viene eliminato l'acido acetico colla distillazione a bagno-maria a pressione ridotta. Il residuo oleoso sottoposto alla distillazione nel vuoto, distilla per la massima parte a  $145^{\circ}$  alla pressione di 5 mm.

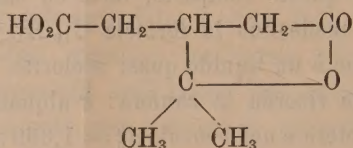
Ripetute analisi di questo composto, fatte cu campioni di diverse preparazioni, assegnano al medesimo la formola  $C_{10}H_{16}O_2$ .

Il nuovo diossipinene è un liquido quasi scolorito, sciropposo, di un odore aggradevole piccante, che ricorda la canfora: è alquanto solubile nell'acqua, solubile nell'alcool, nell'etere e nel benzolo  $d_4^{20} = 1,069$ : bolle inalterato a  $145^{\circ}$  alla pressione di 5 mm., a  $170^{\circ}$ - $171^{\circ}$  alla pressione di 20 mm. La determinazione crioscopica della soluzione benzolica porta al peso molecolare 174, mentre il calcolato per  $C_{10}H_{16}O_2$  è 168. La soluzione benzolica al 10 % è otticamente inattiva. La rendita è all'incirca il 70 % del pinene adoperato.

Questa sostanza è un cheto-alcool, perchè colla idrossilamina dà un'ossima cristallizzata in belle laminette splendenti, solubili nell'alcool, e fondenti a  $138^{\circ},5$ ; colla semicarbazide dà un semicarbazone cristallizzato in begli aghi bianchi raggruppati, fusibili a  $180^{\circ}$ . La funzione alcoolica della sostanza è dimostrata dal composto di addizione che dà coll'isocianato di fenile: questo composto cristallizza in prismi aciculari riuniti a rosetta, fusibili a  $125^{\circ}$ . Inoltre il composto  $C_{10}H_{16}O_2$  contiene ancora un legame etilenico, perchè assorbe 2 atomi di bromo, dando un sciroppo facilmente decomponibile con resinificazione. Anche l'ossima assorbe 2 atomi di bromo e dà una resina vischiosa. La questione importante da risolvere era se il CO del nuovo composto fosse un carbonilo aldeidico o chetonico e le seguenti esperienze dimostrano che la sostanza è un chetone. 1° Non colora la fucsina decolorata con acido solforoso. 2° Non si ossida col nero di platino all'aria atmosferica e dopo un contatto prolungato, quattro settimane, si riottiene la sostanza inalterata. 3° Non si ossida coll'ossido di argento umido, anche se il contatto è durato quattro settimane, e si ottiene dopo questo tempo tutta la sostanza inalterata. 4° Non riduce il liquido di Fehling e riduce solo con prolungata ebollizione la soluzione alcalina di argento. 5° Il prof. A. Angeli mi comunica gentilmente che avendo sottoposto la sostanza all'azione del nitroidrossilaminato di sodio, non ebbe formazione di acidi idrossamici come fanno in generale le aldeidi (1).

(1) Rend. Acc. Lincei, serie V, vol. X, pag. 164.

All'ossidazione permanganica in soluzione acida il composto  $C_{10}H_{16}O_2$  dà il 40 % di un acido  $C_8H_{12}O_4$ , inoltre acetone e gran quantità di resine. L'acido  $C_8H_{12}O_4$  cristallizza dall'acqua calda in aghi prismatici, trasparenti, che asciugati all'aria fondono a  $68^\circ$ - $69^\circ$  e disseccati nel vuoto sull'acido solforico fondono a  $89^\circ$ . Il sale di calcio  $(C_8H_{11}O_4)^2Ca$  è anidro; cristallizza in piccoli aghetti solubilissimi in acqua. Questo sale dimostra che il composto è un acido lattonico, e difatti bollito con un eccesso di acqua di baryte dà il sale baritico dell'ossidicarboacido  $C_8H_{12}O_5Ba, 2H_2O$ . I caratteri dell'acido., dei suoi sali, e del sale baritico anzidetto, dimostrano che esso non è altro che l'acido terpenilico:



Ci proponiamo di studiare i prodotti di idrogenazione di questo cheto alcool e le proprietà del glicole  $C_{10}H_{16}(OH)^2$  che speriamo di ottenere, ci permetteranno di decifrarne la costituzione.

#### Anetolo.

Il dottor A. Nardacci istituì una serie di esperienze sull'azione dell'acetato mercurico sull'anetolo. Adoperando 1 p. m. di anetolo per 1 p. m. di acetato, la reazione s'inizia subito e si ha deposito di acetato mercurioso, che poco a poco in dieci a dodici giorni diventa grigio per mercurio che si separa.

Il prodotto principale della reazione è un glicole  $CH_3O.C_6H_4-C_3H_5(OH)_2$  cristallizzato in aghi raggruppati a mamelloni, fusibile a  $98^\circ$ . Il derivato diacetilico  $CH_3O-C_6H_4-C_3H_5(OC_2H_3O)_2$  è un liquido sciropposo che distilla a  $210^\circ$  alla pressione di 41 mm. L'ossidazione del nuovo glicole col misto cromatico dà acido anisico.

#### Safrolo.

Il dottor E. Luzzi studiò di confronto l'azione dell'acetato mercurico sul safrolo e sull'isosafrolo; questo studio presenta un interesse speciale perchè si mettono in reazione i due gruppi  $C_3H_5$  di struttura differente, l'allile  $-CH_2-CH=CH_2$  ed il propenile  $-CH=CH-CH_3$ . Una differenza interessantissima si verifica subito nel comportamento coll'acetato mercurico; mentre l'isosafrolo che contiene il propenile come l'anetolo dà acetato mercurioso, il safrolo che contiene l'allile non dà acetato mercurioso:



questa potrà essere una reazione qualitativa facile e sensibile per differenziare i due radicali.

L'isosafrolo si ossida coll'acetato mercurico e finora il dottor Luzzi non è ancora riuscito ad ottenere puro il glicole corrispondente, che secondo tutte le apparenze dev'essere identico al composto ottenuto dalla signorina Bruschmakin <sup>(1)</sup> nel laboratorio del prof. G. Wagner.

Il safrolo agitato con soluzione satura di acetato di mercurio si rappiglia in una massa densa sciropposa ed il liquido sovrastante rimane perfettamente limpido. Se il contatto fra le due sostanze dura quattro mesi alla temperatura ordinaria si riesce a separare un composto mercurico al quale l'analisi assegna la composizione rappresentata dalla formola  $\text{CH}_2\text{O}_2$   
 $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{C}_3\text{H}_5 < \begin{matrix} \text{HgC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \\ \text{OH} \end{matrix}$ ; questo composto cristallizza in croste bianche insolubili nell'acqua e nell'etere, solubili nell'alcool. La soluzione alcoolica coll'aggiunta di etere precipita il composto e su questa proprietà è basato il modo di isolarlo e di depurarlo.

Se invece il contatto fra le due sostanze dura da 8 a 10 giorni, si ottiene un composto mercurico che ha la stessa composizione del precedente, ma che si presenta sotto forma di un sciroppo denso, colorato in giallognolo un po' solubile nell'acqua, solubile nell'alcool, insolubile nell'etere. Tutti e due questi composti idrolizzati con acidi ridanno il safrolo. L'isomeria fra i due prodotti può dipendere dalla posizione reciproca dell'ossidrile e del residuo dell'acetato mercurico, oppure da polimeria; ulteriori ricerche di determinazione del peso molecolare risolveranno la questione.

Anche fra i terpeni abbiamo riscontrato un fatto analogo a quello che si verifica pel safrolo.

Il canfene, un prodotto commerciale fornito dalla casa Schimmel di Lipsia e che distillava fra 155°-156°, non dà riduzione di acetato mercurioso ma invece un composto mercurico cristallino di composizione più complessa.

Estenderemo nel prossimo anno accademico le nostre ricerche al caviolo isomero allilico dell'anelolo, all'eugenolo ed isoeugenolo, apiolo ed isoapiolo, come pure a diversi altri terpeni.

<sup>(1)</sup> Berl. Ber. T. 24, pag. 3490.

Geologia. — *I terreni terziari della provincia di Roma.*  
Nota del Corrisp. CARLO DE STEFANI.

### III. *Miocene superiore.*

Le marne salmastre e i gessi di questo piano sono rappresentati soltanto rimpetto Corneto sulla destra della Marta, sotto la città, sulla spiaggia nel bacino del Mignone, nei dintorni della Torre d'Orlando presso Civitavecchia e nei dintorni della Tolfa. In questo luogo ho trovato larve di *Libellula Doris* H., *Quercus*, *Salix*, *Laurus* ed altre Filliti.

È a tener presente che questo piano o sottopiano ha molto minore estensione del Miocene medio, e che dei gessi e depositi di sale si trovano, non però nella provincia romana, anche in mezzo a quest'ultimo terreno.

### IV. *Pliocene.*

Il Pliocene è estesamente rappresentato nella provincia da quasi tutte le sue *facies*, cioè salmastra, litorale e delle laminarie (*Astiano*) e coralligena (*Piacenziano*), e da marne di mare più profondo, non però propriamente abissale, della *facies* che dirò *Vaticana*.

Strati litorali salmastri con *Potamides tricinctum* Brocc., *Giulii* De St. intercalati a quelli prettamente marini, trovansi nei dintorni di Palombara Sabina. L'illustrazione fatta di questi strati dal dotto professore dell'Apollinare sarà apprezzata da chiunque riconosca l'importanza e la scarsità di simili studi stratigrafici analitici sul terziario italiano. I numerosi fossili mostrano che quei terreni sono veramente tipici rappresentanti del Pliocene litorale, e sono certamente più antichi di quelli del Monte Mario presso Roma <sup>(1)</sup>. Ghiaie e sabbie consimili si estendono a pie' dei monti a nord di Tivoli, nelle colline di Monterotondo, Monte Libretti, sulla sinistra del Tevere, invadendo un poco anche la destra, vari chilometri a monte di Roma. Una *facies* litorale un poco diversa è quella del calcare costituito quasi interamente da *Amphistegina* e talora, da *Lithothamnium*, detto volgarmente *Macco*, che formava scogliere a poca profondità più al largo nel mare libero. Può darsi che nell'estremo confine con la Maremma Grossetana, lungo il Chiarone, rientri nella provincia qualche strato del *Macco* che trovasi pochi passi lontano, a nord-

(1) Non si può dare eccessiva importanza alle stratificazioni diagonali od a parziali interruzioni che siano fra uno strato e l'altro, come necessariamente deve avvenire in tutti i terreni litoranei.



est della Pescia Fiorentina in Toscana. Certamente lo si trova esteso, ricco di Echini, a Corneto, sovrastante alle marne pur plioceniche <sup>(1)</sup>, poi presso il litorale anche sul mare a Palo, e pur sopra le marne da Nettuno ad Anzio. Buoni studî paleontologici ne hanno fatto il Terrigi ed il Meli. Piccoli lembi consimili, con *Lithothamnium*, sono nei dintorni di Viterbo.

Argille turchine sublittorali del tipo *Piacentino* se ne trovano solo nel confine più settentrionale con Grosseto al di là delle formazioni vulcaniche Vulsinie e sotto queste, a nord di Proceno, e poco lontano dalle due sponde del Tevere a valle di Orte.

Sono invece molto estese le marne bianche di mare profondo a *Pecten oblongus* Phil. (= *P. Comitatus* Font.) e *P. Angelonii* Mgh., che più a settentrione, lungo tutto il litorale ligure, principiando a Ceriale anzi in Provenza, seguitando per Albenga, Savona, Albissola, Arenzano, Borzoli, arrivano fino a Genova in Via Roma, ripigliano sul Tirreno in Val di Fine, poi, dopo altra lunga interruzione, non lungi dal mare, nella provincia romana e per lo più sotto ai calcari ad *Amphistegina*. Quivi li troviamo sotto Corneto, nei monti del Sasso sotto la Trachite, poi sul litorale da Anzio a Nettuno, donde un piccolissimo lembo riappare lungo la ferrovia per Roma verso il casello 30 presso Carroceto.

Questi lembi di Nettuno sono fra gli ultimi che s'incontrano lungo mare nel versante tirreno, dove, più oltre, fino alla Calabria meridionale, il Pliocene è rappresentato da formazioni litorali, contrasto ragguardevole con quanto si verifica lungo mare per tutto il versante adriatico e jonio, cominciando da Mongardino e s. Ruffilo nel Bolognese, fino al Capo delle Armi.

Dentro terra, in provincia, troviamo questi terreni nei dintorni di Viterbo, della Manziana, e ad ovest di Bracciano <sup>(2)</sup>. Ma il giacimento più classico è quello del colle Vaticano sulla destra del Tevere, i cui fossili vennero studiati principalmente dal Ponzi. Le stesse argille si trovarono anche sulla sinistra del Tevere in Roma, principalmente in piazza di Spagna, ed al Rifornitore presso la via Flaminia fuori porta del Popolo.

Questo terreno forma pure il sottosuolo del vulcano laziale, perchè si trova fra i proietti.

Il Pliocene manca nel bacino del Sacco e del Liri che doveva essere già chiuso, benchè ancora non conformato a lago, dalla parte del mare, e

(1) Nella *Carta della campagna romana* dell'ufficio geologico, il « calcare conchigliare detto Macco » di Corneto distinto con colorazione a sè e giustamente attribuito al Pliocene è troppo esteso ad oriente. Probabilmente per equivoco è poi ripetuta l'indicazione come « calcare ad *Anfistegina* dei dintorni di Cornello » riunito alle « ghiaie e sabbie » del Pliocene superiore » nell'ambito delle quali la detta roccia non si trova.

(2) Nella *Carta della campagna romana* gran parte di tali marne bianche, come « marne grigie a *Pecten histria* ed *Ostrea cochlear* » sono riunite nella « zona a Congerie » cioè nel Miocene superiore, con gli strati gessosi che non contengono tali fossili.



nella valle dell'Aniene <sup>(1)</sup> a monte di Tivoli, parimente emersa, le cui ghiaie e sabbie prevulcaniche, per quanto mi consta, appartenerebbero al postpliocene inferiore.

Un fatto notevolissimo è la comparsa dei primi fenomeni vulcanici negli strati più alti del Pliocene ora accennato. Alla Mattonaia Falcioni presso Viterbo gli strati più alti delle marne bianche, piene di foraminifere empite da glaucomia e con delicati *Pecten* serbanti ancora sul terreno la posizione primitiva, sono costituiti da intima e indivisibile mescolanza di marna e di finissime polveri di Sanidino, Labradorite, Augite, Biotite, rarissima Magnetite, elementi del sovrastante *Peperino* del vulcano Cimino che il Washington mostrò essere indubbiamente un tufo, come ne dà pure evidente riprova la mescolanza de' suoi elementi con le marne <sup>(2)</sup>.

A nord del sistema Vulsinio, a sinistra della strada che scende da Radicofani ad Acquapendente, nei più alti strati delle argille turchine, sono per brevissima altezza straterelli di fossili marini frammentizî, alternanti con altri aventi cristallini di augite, e con altri formati di piccole ghiaiette di

(1) Il Pliocene indicato nelle valli dell'Aniene e del Liri, dalla *Carte géologique*, è come già dissi, Miocene e in parte Postpliocene.

Lungo il Sacco ed il Liri, le argille turchine e le sabbie gialle di Sgurgola, Pofi, Casamari, Ceprano, Isoletta, Roccasecca, sotto Falvaterra, furono depositate nel più settentrionale, salvo il Casentino o alto Valdarno, di quei bacini pospliocenici chiusi nell'Appennino centrale che in gran parte ha descritto il De Lorenzo, per contrapposto a quelli pliocenici chiusi nell'Appennino settentrionale. Negli strati inferiori incontrasi una *Dreissena* sp. n.: superiormente, p. es. ad Isoletta, troviamo *Helix*, *Vivipara*, *Bythinia tentaculata*, *Bythinella*, *Limnaea* 2 sp., *Planorbis* 2. sp. *Ancylus*, *Valvata*, *Neritina* 2 sp. *Carychium*, *Pisidium*; sono specie pochissimo e talora punto differenti da quelle odierne.

(2) Di questa o di vicine località il Clerici dice che nelle marne non è Augite, che vi sono grani di Quarzo, che il Feldspato e la Biotite vi si trovano come nelle marne coetanee del Bolognese, e come nel calcare Pliocenico degli stessi dintorni di Viterbo. Il Sabatini pare che attribuisca a frane la presenza dei materiali vulcanici nell'argilla marina. I due autori debbono avere esaminato una località differente da quella che, del resto in modo esatto, indicai io. In quelle marne non trovasi quarzo, come i materiali vulcanici di quelle marne non sono a me noti nel calcare di Viterbo, nelle marne del Bolognese, del Vaticano nè di alcun altro strato pliocenico italiano. Il *Peperino*, forse in parte caolinizzato, che sovraincombe al Pliocene alla Fornace Falcioni, contiene ancora particelle di argilla, alle quali forse, principalmente, deve il suo aspetto sfatto.

A spiegare i fenomeni della fornace Falcioni non si prestano la negazione del fatto nè la formazione di una frana superficiale di frammenti grossolani che rivesta esteriormente gli strati come altrove si verifica, ma soltanto una terza ipotesi ancora sconosciuta ovvero una delle due seguenti: o una caduta di ceneri d'una vicina eruzione nel fondo del mare pliocenico prossimo alla emersione, od un rimaneggiamento subacqueo, fino a profondità di molti metri, delle marne plioceniche con materiali vulcanici posteriori. La perfetta conservazione di delicatissime conchiglie mi fa ritenere più verosimile la prima delle ipotesi da me fatte, che d'altronde non è in contraddizione con quanto ho osservato nelle vicinanze.



pomice. Anche qui si tratta di una formazione sottomarina, non però di mare profondo come quella della Mattonaia Falcioni, ma litorale, e probabilmente di una eruzione non del tutto subacquea come forse la precedente, ma in parte subaerea. Ad est dello stesso sistema Vulsinio, a Orvieto, quindi non nella provincia ma assai vicino, il confine tra le marne che, attesa la denudazione, non sono ivi lo strato più recente del Pliocene, ed i tufi vulcanici, è segnalato da fatti che mostrano essere stato ivi ne' primi tempi delle eruzioni vulcaniche subaeree il litorale di un grande e profondo bacino acqueo, forse anche del mare. Infatti per lunghissime estensioni, sopra le marne, sono grandi lenti e masse delle medesime marne, poco spostate, secondo me smosse dalle acque non torrentizie sul posto stesso, insieme con grandi massi un poco ruzzolati di rocce leucitiche, alternanti superiormente con ghiaie vulcaniche e calcaree di carattere non torrenziale. Quelli accennati sono dunque tre contatti di tre tipi diversi, diversi poi tutti dai contatti interamente discordanti fra il Pliocene ed i terreni vulcanici che quasi generalmente si notano (1).

Ho inteso il Pliocene, come di solito, nei limiti del cosiddetto *Astiano* e del *Piacentino*, escludendo perciò i terreni del Monte Mario che sono discordanti sopra le marne *Vaticane*, e tutti gli altri terreni sedimentari e vulcanici più recenti, che hanno avuto ed hanno nei dintorni di Roma un manipolo di valenti illustratori.

Aggiungo nella pagina seguente un prospetto dei terreni terziari della provincia di Roma.

Come si vede l'Eocene estesissimo nella sua *facies nord-appenninica* è quasi mancante fuori dell'Appennino settentrionale: il Miocene inferiore manca affatto: il Miocene superiore è scarso o mancante, ciò che non può sorprendere attesa l'esigua durata della formazione; il Pliocene manca nella valle del Sacco e del Liri. Poco scientifico sarebbe il sorprendersi di tali mancanze quand'anche ci paresse non arrivare a spiegarle. D'altra parte non mancano spiegazioni verosimili. L'Eocene manca od è estremamente ridotto negli alti e profondi mari lontani dalle regioni emerse Alpine e Tirrene: durante il Miocene inferiore è possibile che la regione fosse emersa; chè, ai quattro punti cardinali della provincia stanno gli strati lignitiferi e con mammiferi terrestri del Vicentino, di Cadibona in Liguria, di Agnana in Calabria, di Promina in Dalmazia. Durante il Pliocene la valle del Sacco doveva essere emersa e dotata di facile scolo, onde non vi si formò nemmeno un

(1) Il Clerici ha indicato ghiaie di rocce vulcaniche e di travertino intercalate alle argille plioceniche, al Rifornitore lungo la via Flaminia presso Roma. Ebbi la ventura di visitare quel luogo, come poi i dintorni di Palombara e della Magliana, col chiaro geologo. A me le ghiaie d'origine alluvionale fluviale parvero semplicemente accumulate a ridosso delle argille, ed assai più recenti di queste come il travertino che talora, fra le altre ghiaie, contengono.

lago pliocenico come in altre valli chiuse dell'Appennino settentrionale, e come si formò poi nel Postpliocene.

|                   | Monti di Civitavecchia<br>e contermini                                                                                                            | Valle dell'Aniene<br>e del Tevere                                                                                                                | Valle del Sacco<br>e del Liri                                                                                |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pliocene          | Principio delle eruzioni Cimine.<br>Calcari ad <i>Amphistegina</i> . Marne bianche.                                                               | Principio delle eruzioni Vulsinie.<br>Ghiaie, sabbie gialle, strati con fossili salmastri. Argille turchine. Marne bianche.                      |                                                                                                              |
| Miocene superiore | Marne gessifere a Filiti e <i>Libellula Doris</i> .                                                                                               |                                                                                                                                                  |                                                                                                              |
| Miocene medio     | Calcari a Briozoi della valle del Chiarone; Calcare terroso a <i>Pecten</i> nei Monti della Tolfa.                                                | Marne, arenarie, puddinghe; Calcari compatti; Calcari a <i>Pecten</i> , <i>Miogypsina</i> , <i>Amphistegina</i> , di Subiaco. Calcari a Briozoi. | Marne, arenarie, brecciole. Calcari compatti.<br>Calcari a <i>Miogypsina</i> di S. Sozio. Calcari a Briozoi. |
| Eocene superiore  | Calcari, galestri e tufi ofiolitici di Trevinano,                                                                                                 | Calcari a <i>Orbitoides</i> e piccole <i>Nummulites</i> della Valle del Licenza e di Castel Madama.                                              | Calcari a <i>Orbitoides</i> di Veroli etc.?                                                                  |
| Eocene medio      | Calcarimarnosia <i>Nummulites subirregularis</i> , <i>N. curvispira</i> Mgh. Schisti, Pietraforte con <i>Inoceramus</i> , <i>Bathysiphon</i> etc. | Calcari a <i>Nummulites Lucasana</i> Defr. e <i>N. perforata</i> D'Orb. della Valle del Licenza e di Guadagnolo.                                 |                                                                                                              |
|                   | Arenaria di Furbara, Santa Severa, etc. Calcari marnosi.                                                                                          | Calcari a <i>Nummulites Lamarcki</i> D'A., <i>N. laevigata</i> Lck., <i>N. elegans</i> Sow., <i>N. planulata</i> Lck., della Valle del Licenza.  |                                                                                                              |



**Fisica matematica** — *La teoria elettrodinamica di Hertz di fronte ai fenomeni di induzione*. Nota di T. LEVI-CIVITA, presentata dal Corrispondente RICCI.

Nel risolvere due particolari questioni di induzione elettrodinamica in base alla teoria (integrale) di Helmholtz-Hertz, ho incidentalmente asserito <sup>(1)</sup> che alla teoria hertziana pura manca qualche elemento (due condizioni ai limiti) perchè quelle questioni, e così il problema generale dell'induzione elettrodinamica, risultino matematicamente determinati.

Mi affretto a dichiarare che una tale affermazione è inesatta.

Un più maturo esame mi ha infatti mostrato che le condizioni in superficie scaturiscono ovviamente da un passaggio al limite, che è nello spirito della teoria di Hertz.

Nella presente Nota metto in chiaro questo punto, desumendone la univoca determinazione del problema generale dell'induzione elettrodinamica entro l'ambito della teoria hertziana pura.

Ne consegue l'identità delle teorie integrali di Helmholtz-Hertz e di Maxwell di fronte ai fenomeni di induzione: l'una e l'altra si accordano infatti nel campo abbracciato dalle equazioni differenziali di Hertz.

Che le teorie di Helmholtz Hertz e di Maxwell conducessero ai medesimi risultati, per quanto concerne l'accennata classe di problemi, avevo già avvertito a proposito delle due particolari questioni da me discusse; ma io supponevo allora che si trattasse di un campo, comune bensì alle due teorie integrali, ma non in pari tempo contenuto nelle equazioni differenziali di Hertz. È invece proprio questa la ragion vera della coincidenza.

A rigore si potrebbe dunque fare a meno delle teorie integrali, anche per quanto attiene ai fenomeni di induzione. Ma non è, a mio credere, opportuno, relegarle senz'altro tra i ferravecchi, poichè, nelle applicazioni particolari (e le due sopra ricordate ne sono esempio), si può spesso valersene con notevole vantaggio per semplificare la trattazione matematica.

1. *Comportamento delle forze elettromagnetiche nell'attraversare una superficie conduttrice.*

(1) *Sur le champ électromagnétique etc.*, Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse, Ser. III, T. IV, 1902, pag. 6-7; *Influenza di uno schermo conduttore*, ecc., in questi Rendiconti, Nota I del 16 febbraio u. s., pag. 164-165; nonchè Nuovo Cimento, fascicolo di giugno, § 7 della notizia ivi inserita.

Sia  $\tau$  uno strato conduttore di spessore finito  $2h$ , limitato da due piani paralleli  $z = -h, z = h$ ; siano  $Q_1$  e  $Q_2$  due punti di questi piani, situati sopra una medesima perpendicolare ad entrambi.

Designino, colle solite notazioni,  $X, Y, Z; L, M, N$  le componenti delle forze elettrica e magnetica in un generico punto  $Q$  dello strato conduttore  $\tau$ ;  $X_1, \dots, N_1; X_2, \dots, N_2$  i loro valori limiti in  $Q_1$  e  $Q_2$  rispettivamente (supposto, beninteso, che  $Q$  vi tenda senza uscire da  $\tau$ ).

Ritenuto che  $\tau$  sia un conduttore isotropo, e dette  $\varepsilon, \mu, \lambda$  le sue costanti caratteristiche, saranno soddisfatte entro  $\tau$  le equazioni fondamentali di Hertz

$$\begin{cases} A\mu \frac{dL}{dt} = \frac{dZ}{dy} - \frac{dY}{dz}, \\ A\mu \frac{dM}{dt} = \frac{dX}{dz} - \frac{dZ}{dx}, \\ A\mu \frac{dN}{dt} = \frac{dY}{dx} - \frac{dX}{dy}; \\ \left\{ \begin{aligned} A\varepsilon \frac{dX}{dt} &= \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy} - 4\pi\lambda AX, \\ A\varepsilon \frac{dY}{dt} &= \frac{dN}{dx} - \frac{dL}{dz} - 4\pi\lambda AY, \\ A\varepsilon \frac{dZ}{dt} &= \frac{dL}{dy} - \frac{dM}{dx} - 4\pi\lambda AZ, \end{aligned} \right.$$

dove, come di consueto, si rappresenta con  $A$  la inversa della velocità della luce nell'etere.

Dalle prime due di ciascun gruppo, integrando rispetto a  $z$  fra  $-h$  e  $h$ , si ottiene

$$(1) \quad \begin{cases} X_2 - X_1 = \dots, \\ Y_2 - Y_1 = \dots; \\ \left\{ \begin{aligned} L_2 - L_1 &= -4\pi A \int_{-h}^h \lambda Y dz + \dots, \\ M_2 - M_1 &= 4\pi A \int_{-h}^h \lambda X dz + \dots, \end{aligned} \right. \end{cases}$$

nelle quali i termini omessi convergono a zero con  $h$ , semprechè, come è nella natura delle cose, si ritengano le forze elettromagnetiche e loro derivate prime finite entro  $\tau$ , e dotate di limite superiore finito, anche al decrescere indefinito dello spessore  $h$ .

Il caso limite di una superficie (piana) conduttrice si ha dal nostro strato  $\tau$ , supponendo che, al decrescere indefinito di  $h$ , sia finito e diverso da zero il limite dell'integrale  $\int_{-h}^h \lambda dz$ . Designando questo limite con  $\frac{1}{A^2 R}$ ,  $A^2 R$  starà a rappresentare la resistenza unitaria della superficie, espressa in



unità elettrostatiche, e quindi  $R$  la stessa resistenza unitaria, valutata in unità elettromagnetiche.

Per definizione,  $X_1$  e  $Y_1$  sono i valori limiti in  $Q_1$  delle componenti tangenziali della forza elettrica, quando si tende a  $Q_1$  da  $\tau$ ; ma, attesa la continuità delle componenti tangenziali, nel passaggio, anche brusco, fra due generici mezzi <sup>(1)</sup>, è lecito altresì riguardare  $X_1, Y_1$  come i valori limiti in  $Q_1$ , quando vi si tende dall'esterno dello strato. Lo stesso per  $L_1, M_1$ , e per  $X_2, Y_2; L_2, M_2$  rispetto a  $Q_2$ .

Ciò posto, passando al limite per  $h=0$ , ricaviamo dalle (1):

$$X_1 = X_2, Y_1 = Y_2,$$

le quali esprimono che:

*Le componenti tangenziali della forza elettrica rimangono continue anche attraverso superficie conduttrici.*

Ho enunciato addirittura la proposizione per una superficie qualunque, poichè la generalizzazione dal caso del piano si fa con procedimento ovvio e ben noto.

Designando con  $X, Y$  i valori comuni di  $X_1, X_2; Y_1, Y_2$ , le (2), al limite, danno:

$$\begin{cases} L_2 - L_1 = -\frac{4\pi}{AR} Y, \\ M_2 - M_1 = \frac{4\pi}{AR} X, \end{cases}$$

le quali esprimono che *la forza magnetica tangenziale subisce una brusca variazione, definita da un vettore proporzionale alla forza elettrica e diretto normalmente ad essa.*

Importa osservare che, dalla direzione della forza elettrica a quella del vettore rappresentante la discontinuità, si ruota attorno all'asse  $z$  nel verso (negativo)  $y x$ .

Dopo ciò si passa senza difficoltà al caso di una superficie conduttrice qualsiasi.

Detti infatti  $\alpha, \beta, \gamma$  i coseni direttori della normale in un suo punto generico  $Q$ ;  $X^{(\tau)}, Y^{(\tau)}, Z^{(\tau)}$  le componenti della forza elettrica tangenziale in  $Q$  (che, per quanto s'è visto, hanno in  $Q$  valore limite determinato, da qualunque parte vi si tenda);  $A, M, N$  gli incrementi bruschi, che subiscono le componenti della forza magnetica tangenziale, quando si attraversa la superficie nella direzione positiva della normale, la relazione geometrica,

<sup>(1)</sup> Hertz, *Ueber die Grundgleichungen der elektrodynamik für ruhende Körper*. Ges. Werke, B. II, pag. 221; ovvero, in traduzione italiana, Nuovo Cimento, terza serie, T. XXVIII, 1890, pag. 204-205.

testè sostanzialmente enunciata, fra i due vettori  $(X^{(\tau)}, Y^{(\tau)}, Z^{(\tau)})$ ,  $(A, M, N)$ , si esprime mediante le formule:

$$\begin{cases} A = \frac{4\pi}{AR} (\beta Z^{(\tau)} - \gamma Y^{(\tau)}), \\ M = \frac{4\pi}{AR} (\gamma X^{(\tau)} - \alpha Z^{(\tau)}), \\ N = \frac{4\pi}{AR} (\alpha Y^{(\tau)} - \beta X^{(\tau)}). \end{cases}$$

Sarebbe facile caratterizzare anche il comportamento delle componenti normali. Lascio però di farlo, perchè, come vedremo, non è necessario, per lo scopo nostro, fissarlo a priori: esso rimane all'incontro necessariamente determinato dagli altri dati del problema.

2. *Posizione del problema generale della induzione elettrodinamica. Sua univocità.*

Consideriamo un campo elettromagnetico, definito in un dato intervallo di tempo  $t_0, t_1$ .

Sieno  $X', Y', Z'$  le componenti della forza elettrica;  $L', M', N'$  le componenti della forza magnetica.

Supposto, per fissar le idee, che la sede del campo sia un dielettrico indefinito  $S$ , impolarizzabile e in quiete,  $X', \dots, N'$  saranno soluzioni del sistema

$$(I) \quad \begin{cases} A \frac{dL}{dt} = \frac{dZ}{dy} - \frac{dY}{dz}, \\ A \frac{dM}{dt} = \frac{dX}{dz} - \frac{dZ}{dx}, \\ A \frac{dN}{dt} = \frac{dY}{dx} - \frac{dX}{dy}; \end{cases}$$

$$(II) \quad \begin{cases} A \frac{dX}{dt} = \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy}, \\ A \frac{dY}{dt} = \frac{dN}{dx} - \frac{dL}{dz}, \\ A \frac{dZ}{dt} = \frac{dL}{dy} - \frac{dM}{dx}, \end{cases}$$

le quali potranno del resto presentare singolarità (fisse o variabili con  $t$ , isolate, a una, a due, o anche a tre dimensioni), che non interessa di specificare.

Se si introducono nel campo dei conduttori, il campo rimane evidentemente modificato.

Supponiamo si tratti di una superficie, o, più in generale, di un sistema di superficie conduttrici,  $\sigma$ , non comprendenti alcun posto singolare delle



$X', \dots, N'$ . Indichiamo con  $X, Y, Z; L, M, N$  le componenti delle forze elettromagnetiche del campo così modificato.

Mi propongo di far vedere che, noti i valori di  $X, \dots, N$  in un istante  $t_0$ , la teoria di Hertz basta a determinarli per ogni altro valore di  $t$  (dell'intervallo, entro cui si riguarda assegnato il campo induttore  $X', \dots, N'$ ).

A questo scopo osservo anzitutto che le differenze

$$\begin{aligned} X_1 &= X - X', & Y_1 &= Y - Y', & Z_1 &= Z - Z'; \\ L_1 &= L - L', & M_1 &= M - M', & N_1 &= N - N' \end{aligned}$$

(componenti delle forze elettromagnetiche dovute all'induzione) debbono essere, per natura loro, soluzioni delle (I), (II), regolari <sup>(1)</sup> in ogni punto dello spazio, non appartenenti alle  $\sigma$ , e nulle all'infinito come  $\frac{1}{r}$  almeno ( $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$ ).

In un generico punto  $Q$  di  $\sigma$ , le  $X', \dots, N'$  si comportano, per ipotesi, regolarmente; le  $X, \dots, N$  debbono presentare i caratteri, rilevati nel precedente paragrafo.

Potremo dunque ritenere, per le differenze  $X_1, \dots, N_1$ :

a) Le componenti  $X_1^{(T)}, Y_1^{(T)}, Z_1^{(T)}$  della forza elettrica tangenziale (di origine induttiva) rimangono continue anche attraverso le  $\sigma$ .

b) Le componenti della forza magnetica tangenziale (indotta) subiscono, quando si attraversano le  $\sigma$  nel senso della normale positiva, le discontinuità:

$$(3) \quad \begin{cases} A_1 = \frac{4\pi}{AR} (\beta Z^{(T)} - \gamma Y^{(T)}) = \frac{4\pi}{AR} (\beta Z_1^{(T)} - \gamma Y_1^{(T)}) + c_1, \\ M_1 = \frac{4\pi}{AR} (\gamma X^{(T)} - \alpha Z^{(T)}) = \frac{4\pi}{AR} (\gamma X_1^{(T)} - \alpha Z_1^{(T)}) + c_2, \\ N_1 = \frac{4\pi}{AR} (\alpha Y^{(T)} - \beta X^{(T)}) = \frac{4\pi}{AR} (\alpha Y_1^{(T)} - \beta X_1^{(T)}) + c_3, \end{cases}$$

designandosi ordinatamente con  $c_1, c_2, c_3$  le quantità cognite (funzioni regolari dei punti di  $\sigma$ )

$$\begin{aligned} & \frac{4\pi}{AR} (\beta Z'^{(T)} - \gamma Y'^{(T)}), \\ & \frac{4\pi}{AR} (\gamma X'^{(T)} - \alpha Z'^{(T)}), \\ & \frac{4\pi}{AR} (\alpha Y'^{(T)} - \beta X'^{(T)}). \end{aligned}$$

La direzione positiva  $\alpha, \beta, \gamma$  della normale si intende scelta con criterio arbitrario in un punto di ciascuno dei pezzi, di cui si compone il

<sup>(1)</sup> Si chiama qui regolare una funzione di  $x, y, z, t$  finita e continua assieme alle sue derivate prime e seconde.

sistema  $\sigma$  (in un punto solo, nel caso tipico di un'unica superficie): essa resta allora fissata per continuità in ogni altro punto  $Q$ .

Ancora, si osservi che, se  $X_1^+, \dots, N_1^+$  rappresentano i valori limiti delle componenti  $X_1, \dots, N_1$ , quando si tende a  $Q$  dalla regione positiva (quella verso cui è rivolta la direzione positiva della normale);  $X_1^-, \dots, N_1^-$  gli analoghi valori limiti, quando si tende a  $Q$  dalla regione negativa, sussiste l'identità

$$\begin{vmatrix} X_1^+ & Y_1^+ & Z_1^+ \\ L_1^+ & M_1^+ & N_1^+ \\ \alpha & \beta & \gamma \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} X_1^- & Y_1^- & Z_1^- \\ L_1^- & M_1^- & N_1^- \\ -\alpha & -\beta & -\gamma \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} X_1^{(T)} & Y_1^{(T)} & Z_1^{(T)} \\ \mathcal{A}_1 & \mathcal{M}_1 & \mathcal{N}_1 \\ \alpha & \beta & \gamma \end{vmatrix}.$$

Per verificarlo, basta tener presente che le differenze  $X_1^+ - X_1^{(T)}$ ,  $Y_1^+ - Y_1^{(T)}$ ,  $Z_1^+ - Z_1^{(T)}$ , e le tre analoghe  $X_1^- - X_1^{(T)}$ , ecc., sono proporzionali ad  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , talchè è lecito, nei due determinanti nel primo membro sostituire  $X_1^{(T)}$ ,  $Y_1^{(T)}$ ,  $Z_1^{(T)}$  agli elementi della prima riga; sommando allora i due determinanti, trattando nello stesso modo le componenti della forza magnetica e ricordando il significato di  $\mathcal{A}_1$ ,  $\mathcal{M}_1$ ,  $\mathcal{N}_1$ , risulta appunto il secondo membro.

Ciò posto, ricaviamo per le nostre componenti  $X_1, \dots, N_1$  la formula di Poynting: moltiplichiamo cioè le (I), (II) (scrittovi  $X_1$  per  $X$ , ecc.) ordinatamente per  $\frac{X_1}{4\pi A}$ ,  $\frac{Y_1}{4\pi A}$ ,  $\dots$ ,  $\frac{N_1}{4\pi A}$ , e sommiamo, integrando a tutto il campo  $S$ . Con ovvie integrazioni per parti, in cui bisogna naturalmente aver riguardo alle superficie di discontinuità  $\sigma$ , posto per brevità

$$(4) \quad \Omega = \int_s \left\{ \frac{1}{8\pi} (X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2) + \frac{1}{8\pi} (L_1^2 + M_1^2 + N_1^2) \right\} dS,$$

si ottiene

$$\begin{aligned} \frac{d\Omega}{dt} = & -\frac{1}{4\pi A} \int_{\sigma} \left\{ \begin{vmatrix} X_1^+ & Y_1^+ & Z_1^+ \\ L_1^+ & M_1^+ & N_1^+ \\ \alpha & \beta & \gamma \end{vmatrix} + \right. \\ & \left. + \begin{vmatrix} X_1^- & Y_1^- & Z_1^- \\ L_1^- & M_1^- & N_1^- \\ -\alpha & -\beta & -\gamma \end{vmatrix} \right\} d\sigma = -\frac{1}{4\pi A} \int_{\sigma} \begin{vmatrix} X_1^{(T)} & Y_1^{(T)} & Z_1^{(T)} \\ \mathcal{A}_1 & \mathcal{M}_1 & \mathcal{N}_1 \\ \alpha & \beta & \gamma \end{vmatrix} d\sigma. \end{aligned}$$

Integrando ancora fra  $t_0$  e  $t$  e designando con  $\Omega_0$  il valore di  $\Omega$  per  $t = t_0$ , risulta

$$(5) \quad \Omega - \Omega_0 + \frac{1}{4\pi A} \int_{t_0}^t dt \int_{\sigma} \begin{vmatrix} X_1^{(T)} & Y_1^{(T)} & Z_1^{(T)} \\ \mathcal{A}_1 & \mathcal{M}_1 & \mathcal{N}_1 \\ \alpha & \beta & \gamma \end{vmatrix} d\sigma = 0.$$



Appoggiandosi a questa identità, è facile riconoscere che non possono esistere due distinti sistemi di integrali delle (I) (II), regolari in tutto lo spazio (escluse al più le  $\sigma$ ), nulli (come  $\frac{1}{r}$  almeno) all'infinito, soddisfacenti sopra le  $\sigma$  alle due condizioni  $a)$ ,  $b)$ , e coincidenti per  $t = t_0$ : in altri termini, che le differenze di due sistemi siffatti si annullano identicamente.

Infatti queste differenze costituiscono un sistema integrale delle (I), (II), che si comporta come gli altri fuori delle  $\sigma$ , soddisfa sopra le  $\sigma$  alla  $a)$  e alle (3), dove si ponga  $c_1 = c_2 = c_3 = 0$ ; infine si annulla per  $t = t_0$ .

La (5) assume allora l'aspetto

$$\Omega + \frac{1}{A^2 R} \int_{t_0}^t dt \int_{\sigma} (\mathcal{A}_i^2 + \mathcal{M}_i^2 + \mathcal{N}_i^2) d\sigma = 0.$$

Siccome tutti gli elementi di integrale sono positivi, questa relazione esige che sia zero separatamente ciascun elemento, il che implica l'identico annullarsi delle sei differenze. C. D. D.

**Fisica.** — *Ricerche di radioattività indotta.* Nota IV di A. SELLA, presentata dal Socio BLASERNA.

Presento in questa Nota i risultati di alcune misure ed esperienze, le quali completano quelle esposte nelle Note precedenti (Rendiconti (5) XI, 1° sem. pp. 57, 242, 369; 1902) e che riguardano sempre i fenomeni di radioattività indotta sopra lamine metalliche mediante l'effluvio.

#### ESPERIENZE NELL'ARIA ATMOSFERICA.

*Influenza della durata dell'effluvio.* — In primo luogo fu stabilito che l'attivazione è indipendente dalla natura del metallo che costituisce la lamina o gli aghi affacciati, dalla distanza fra aghi e lamina e dalla intensità dell'effluvio stesso, che misuravo con un galvanometro inserito nel circuito; unica condizione rimanendo che si avesse effluvio accompagnato da vento elettrico, avendosi poi sensibilmente gli stessi risultati operando sia con una macchina elettrostatica a 38 dischi di vetro del diametro di 30 cm. o con un'ordinaria macchinetta Whimshurst a due dischi. Ciò posto passai a determinare come varii l'intensità dell'attivazione con la durata del processo di attivazione stesso, cioè dell'effluvio. Ho operato in queste misure in una stanza di dimensioni medie (mc. 175) colle finestre chiuse.

I numeri che riporto per caratterizzare l'intensità dell'attivazione indicano i secondi impiegati dalla lamina attivata delle dimensioni di centimetri  $10 \times 14$  e mantenuta ad un potenziale costante di 20 Volt per caricare un'altra lamina, ad essa parallela, alla distanza di 6 cm. e collegata ad un elettrometro, dal potenziale 2 a quello di 6 Volt. Il numero di secondi è quindi inversamente proporzionale all'intensità  $I$  dell'attività. La capacità del sistema era di cm. 13,6.

Lamina positiva, effluvio negativo.

|                      |     |     |     |       |       |
|----------------------|-----|-----|-----|-------|-------|
| Durata dell'effluvio | 15' | 30' | 45' | 60'   | 75'   |
| $1/I$                | 76" | 45" | 39" | 36",5 | 34",5 |

Lamina negativa, effluvio positivo.

|                      |      |      |      |     |     |
|----------------------|------|------|------|-----|-----|
| Durata dell'effluvio | 15'  | 30'  | 45'  | 60' | 75' |
| $1/I$                | 216" | 114" | 100" | 95" | 93" |

Se si indica nei due casi con 100 il numero che rappresenta l'attivazione finale, costante si hanno i seguenti numeri:

|                      |     |     |     |     |     |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Durata dell'effluvio | 15' | 30' | 45' | 60' | 75' |
| Lamina positiva $I$  | 45  | 77  | 88  | 95  | 100 |
| Lamina negativa $I$  | 43  | 82  | 93  | 98  | 100 |

e sono portati nell'unità figura 1, in cui la curva (1) corrisponde alla lamina positiva e la (2) alla negativa. L'andamento delle due curve è, come si vede,

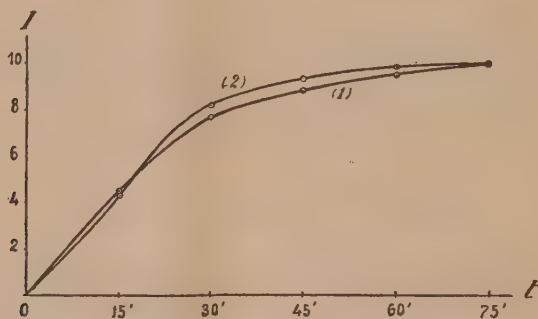


FIG. 1.

molto sensibilmente coincidente per quanto a bella posta abbia scelto due esperienze che corrispondono a condizioni dell'aria molto diverse; a queste e non al segno dell'effluvio è da attribuirsi la diversità dei valori assoluti dell'attivazione, come ho già ricordato più volte.

*Perdita della radioattività col tempo.* — È questo un dato che importa molto di conoscere per caratterizzare la natura dell'attivazione. Le lamine saggiate erano state prima attivate a saturazione, cioè finchè, per



quelle date condizioni dell'aria, fosse raggiunto lo stato di equilibrio fra la perdita e l'acquisto (notando però che questo stato di equilibrio anche con aria nelle medesime condizioni, varia a seconda delle dimensioni della stanza a causa dell'esaurimento dell'aria in particelle attive, prodotto dall'effluvio).

Ecco i risultati: i numeri che esprimono l'attivazione hanno il medesimo significato di prima; nella prima linea stanno le ore.

Lamina positiva:

| Ore | 0 <sup>h</sup> | 1 <sup>h</sup> | 2 <sup>h</sup> | 3 <sup>h</sup> | 4 <sup>h</sup> |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1/I | 47"            | 75"            | 117"           | 137"           | 147"           |

Dopo 24 ore l'attivazione non era quasi più apprezzabile.

Lamina positiva:

| Ore | 0 <sup>h</sup> | 0 <sup>h</sup> 5 | 1 <sup>h</sup> | 1 <sup>h</sup> ,5 | 2 <sup>h</sup> | 2 <sup>h</sup> ,5 | 3 <sup>h</sup> | 3 <sup>h</sup> ,5 | 4 <sup>h</sup> |
|-----|----------------|------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
| 1/I | 26"            | 36"              | 49"            | 75"               | 92"            | 110"              | 130"           | 144"              | 153"           |

Nella figura 2 sono rappresentati questi risultati riportando a 100

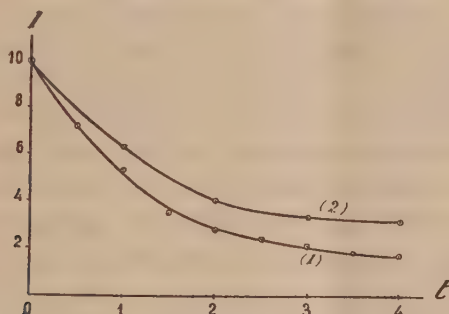


FIG. 2.

l'attività iniziale. La curva (1) corrisponde alla prima lamina, la (2) alla seconda. La leggera differenza di comportamento è da attribuirsi a diverse condizioni dell'aria; nè oserei affermare che il fatto che nel caso di attivazione iniziale più elevata la caduta sia stata più rapida, abbia un carattere generale; ulteriori esperienze in proposito sarebbero interessanti. Da notarsi è che la caduta nel principio è più rapida di quello che corrisponderebbe ad una progressione geometrica col tempo, calcolata sui valori iniziale e finale.

Ho accennato (p. 372) che facendo filtrare l'aria di una cantina chiusa da molto tempo attraverso l'ovatta, questa diventa radioattiva; è interessante riportare i numeri che mostrano come questa attività va scomparendo col tempo. Le misure furono fatte sparpagliando l'ovatta del filtro su di una lamina metallica colla solita disposizione. Dopo 120' l'attività non era quasi più apprezzabile.

| Minuti primi   | 0'  | 30'  | 40'  | 100' | 120' |
|----------------|-----|------|------|------|------|
| 1/I in secondi | 66" | 178" | 220" | 405" | —    |
| I              | 100 | 37   | 30   | 16   | 0    |

Aggiungo che non mi è riuscito di trovare attive delle superficie metalliche state da lungo tempo nell'aria chiusa della cantina, come era forse naturale di sospettare.

*Condizioni in cui si produce la radioattività.* — Già ho accennato nelle mie Note precedenti che la radioattività cresce operando in luoghi chiusi. Per riportare alcune cifre, dirò che nella medesima stanza di prima, con finestre aperte ottenni un'attività rappresentata da 265", dopo due ore di chiusura ed un'attivazione per la durata di un'ora 169". Il massimo valore che ho potuto ottenere in quella stanza tenendo le finestre chiuse per alcuni giorni, è stato di 26"; si noti però che la tenuta delle finestre lasciava molto a desiderare. In una stanza della cantina tenuta chiusa da molte settimane, ho ritrovato la radioattività più alta rappresentata da 17",5.

Un punto, che sarebbe molto interessante di approfondire è se, come appare probabile, il potere attivante dell'aria corre parallelamente con la sua conduttività.

*Altro modo di rendere radioattiva una superficie metallica.* — Si prenda una spirale di filo metallico delle dimensioni date nella prima Nota, e si disponga un poco al di sotto della spirale verticale e nel prolungamento del suo asse un becco Bunsen isolato. La fiamma si mette in comunicazione con un polo della macchina elettrostatica, la spirale con l'altro polo. Si ottiene in questo modo un'attivazione della spirale del tutto eguale a quella che si ha ponendo nell'asse della spirale il sistema di aghi già descritto a pag. 57. Anche in questo caso il segno della fiamma non ha importanza. Questa esperienza è interessante in quanto mostra che le particelle attive dell'aria non vengono distrutte dai gas caldi di combustione della fiamma.

ESPERIENZE NELL'ARIA ESPOSTA PER POCO TEMPO ALLE EMANAZIONI  
DELL'OSSIDO DI TORIO.

In una cassa della capacità di 300 litri sono posti una bacinella contenente  $\frac{1}{2}$  kg. di ossido di torio ed il sistema lamina ed aghi, essendo la prima in comunicazione con un polo della macchina elettrostatica, gli aghi e la cassa e l'altro polo a terra. L'attivazione viene prodotta subito dopo chiusa la cassa.

*Perdita della radioattività delle lamine dopo estratte.* — Volendo determinare la perdita spontanea di attività delle lamine attivate e poi estratte dalla cassa, notai subito il fenomeno già accennato a pag. 244 e che cioè l'attività cresce dapprima per un certo tempo. Durante le esperienze comparve una Nota del Rutherford (Phys. Zeitschr. (3) pag. 254, 1902; vedi a questo proposito il recente lavoro nel Journal of the Chem. Society, July 1902, pag. 837) che annunciava il medesimo fatto per corpi attivati col mantenerli ad un potenziale negativo; fatto che gli era sfuggito nelle sue prime



ricerche. La cosa ha ora perso quindi un poco del suo interesse e non riporto alcune misure se non a titolo di esempio.

Lamine negative; durata dell'attivazione  $\frac{1}{2}$  ora. Nella prima linea sono i tempi in ore dopo estratta la lastra, nella seconda la solita durata nella misura elettrometrica, nella terza l'attività della lamina, supposto 100 l'iniziale.

1<sup>a</sup> lamina :

|       | 0 <sup>h</sup> | 30' | 1 <sup>h</sup> | 2 <sup>h</sup> | 2 <sup>h</sup> 30' | 3 <sup>h</sup> | 3 <sup>h</sup> 30' | 4 <sup>h</sup> |
|-------|----------------|-----|----------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
| 1/I = | 96"            | 64" | 52"            | 46"            | 43",5              | 44"            | 45",5              | 49"            |
| I =   | 100            | 150 | 184            | 208            | 220                | 218            | 212                | 196            |

2<sup>a</sup> lamina :

|       | 0 <sup>h</sup> | 30' | 1 <sup>h</sup> | 1 <sup>h</sup> ,30' | 2 <sup>h</sup> | 2 <sup>h</sup> ,30' | 3 <sup>h</sup> ,30' | 4 <sup>h</sup> ,30' |
|-------|----------------|-----|----------------|---------------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1/I = | 148"           | 80" | 68"            | 55"                 | 49"            | 47"                 | 47"                 | 59"                 |
| I =   | 100            | 185 | 215            | 270                 | 300            | 315                 | 315                 | 260                 |

Ho già annunziato (pag. 244) che le lamine positive si attivano molto meno, nelle condizioni attuali, che non le negative; tuttavia anche queste presentano questo aumento caratteristico. Ecco un esempio:

|       | 0 <sup>h</sup> | 30'  | 1 <sup>h</sup> | 1 <sup>h</sup> ,30' | 2 <sup>h</sup> ,30' | 3 <sup>h</sup> ,30' | 4 <sup>h</sup> ,30' |
|-------|----------------|------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1/I = | 207"           | 149" | 117"           | 103"                | 98"                 | 100"                | 108"                |
| I =   | 100            | 138  | 177            | 200                 | 201                 | 207                 | 190                 |

Lo stesso aumento si ritrova ancora per la parte posteriore delle lamine, cioè quella non affacciata agli aghi e valgano come esempio le seguenti esperienze fatte sulle parti posteriori delle due lamine sopra riferite e state elettrizzate negativamente.

1<sup>a</sup> lamina :

|       | 0 <sup>h</sup> | 30' | 1 <sup>h</sup> | 2 <sup>h</sup> | 2 <sup>h</sup> ,30' | 3 <sup>h</sup> | 3 <sup>h</sup> ,30' | 4 <sup>h</sup> |
|-------|----------------|-----|----------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|
| 1/I = | 146"           | 64" | 54"            | 44"            | 43"                 | 44"            | 47"                 | 57"            |
| I =   | 100            | 228 | 266            | 330            | 340                 | 330            | 310                 | 256            |

2.<sup>a</sup> lamina :

|       | 0 <sup>h</sup> | 30' | 1 <sup>h</sup> .30' | 2 <sup>h</sup> | 2 <sup>h</sup> .30' | 3 <sup>h</sup> .30' | 4 <sup>h</sup> .30' |
|-------|----------------|-----|---------------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1/I = | 67"            | 36" | 23"                 | 21"            | 19"                 | 19"                 | 21"                 |
| I =   | 100            | 186 | 290                 | 320            | 350                 | 350                 | 310                 |

*Carattere generale della radioattività.* — Il fatto che le lamine positive si attivano molto meno delle negative, il fatto che la parte posteriore della lamina elettrizzata negativamente può talora, a seconda della posizione della lamina rispetto alle pareti della cassa, attivarsi molto più intensamente della anteriore, ed i numeri sopra riportati per la 2<sup>a</sup> lamina ne sono una prova eloquente, dimostrano che il processo di attivazione non è dovuto pro-

priamente all'effluvio, ma alla carica propria positiva delle particelle attive dell'emanazione torica, quale fu dimostrata dal Rutherford.

Queste condizioni interessano quindi poco nella presente ricerca. Mi sia permessa qui un'osservazione ad un'affermazione dal Rutherford (Phil. Mag., 49, p. 8, 1900) che l'emanazione dell'ossido di torio non viene arrestata filtrando per l'ovatta. Ora facendo passare per uno stoppaccetto di ovatta dell'aria passata semplicemente sopra l'ossido di torio si ritrova l'ovatta fortemente radioattiva; ora, secondo ogni probabilità, un'attivazione così energica, come quella osservata, non si otterrebbe, se l'ovatta non arrestasse parte dell'emanazione stessa.

ESPERIENZE NELL'ARIA ESPOSTA DA MOLTO TEMPO  
ALL'EMANAZIONE DELL'OSSIDO DI TORIO.

La cassa ricordata nelle esperienze precedenti veniva lasciata chiusa 16 ore prima di procedere all'attivazione della lamina. La bacinella contenente l'ossido di torio poteva essere ricoperta da un foglio di carta senza che si alterassero i risultati.

*Influenza della durata dell'effluvio.* — Secondo l'interpretazione da me data al fenomeno dell'attivazione e riportata nelle note antecedenti, si comprende che il tempo per ottenere la massima attivazione debba essere dello stesso ordine di quello che occorrerebbe per chiarire un ambiente fumoso o carico di nebbia. Ecco alcuni dati:

|                            |     |     |       |     |     |     |
|----------------------------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|
| Durata dell'effluvio       | 60' | 30' | 10'   | 18' | 5'  | 1'  |
| 1/I misurata all'elettrom. | 15" | 15" | 10",5 | 33" | 18" | 28" |

Questi dati non sono molto concordanti, perchè, per cause non bene definite, in condizioni apparentemente eguali non si ritrovano le medesime attivazioni, ma il fatto che per un minuto di effluvio si è ottenuto un effetto maggiore di uno di quelli avuti per 10', che con 5' si è ottenuto un effetto sensibilmente eguale come con un'ora o mezz'ora, dimostra la precedente affermazione.

*Influenza del tempo durante il quale la cassa rimane chiusa.* — Ecco alcuni dati sperimentali:

|                 |                |                 |                 |                 |
|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Ore di chiusura | 8 <sup>h</sup> | 16 <sup>h</sup> | 24 <sup>h</sup> | 40 <sup>h</sup> |
| 1/I             | 34"            | 15"             | 15"             | 15"             |
|                 | 34"            | 15"             | 30"             |                 |
|                 | 24"            | 10"             | 6",5            |                 |
|                 |                |                 |                 |                 |

A parte le solite divergenze, si può in generale concludere, che dopo 8 ore l'aria ha già acquistato un potere attivante che è la metà circa del massimo, valore che raggiunge dopo circa 16 ore.



*Distribuzione della radioattività nella lamina.* — Nelle attuali condizioni ho già mostrato che l'attività si distribuisce sulle lamine secondo superficie, che riproducono esattamente le figure del Kundt; mi sia ora lecito di riprodurre (fig. 3) una di queste figure ottenute per via fotografica attra-



FIG. 3

verso il cartone nero, e che presenta una particolarità interessante, cioè un anello nella macchia; particolarità che, come hanno notato Obermayer e Pechler, viene talora mostrato dalle figure del Kundt dirette.

*Variazione della radioattività col tempo.* — Ecco un esempio: la lamina era rimasta 16 ore racchiusa nella cassa, poi elettrizzata positivamente, cioè con effluvio negativo.

|                |     |                |                |                    |                |                |                 |
|----------------|-----|----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Ore            | 0   | 1 <sup>h</sup> | 2 <sup>h</sup> | 3 <sup>h</sup> 30' | 5 <sup>h</sup> | 6 <sup>h</sup> | 24 <sup>h</sup> |
| 1/I in secondi | 28" | 29"            | 29"            | 30"                | 33"            | 37"            | 128"            |
| I              | 100 | 97             | 97             | 93                 | 85             | 76             | 22              |

La persistenza della radioattività, come si vede, è molto grande ed è quella che fa riuscire così bene le prove fotografiche. Questo comportamento così diverso da quello presentato dalle lamine attivate nell'aria atmosferica dimostra pienamente che le particelle attive contenute in questa sono del tutto diverse dall'emanazione del torio.

Vorrei ancora accennare al fatto che talora le lamine presentano ancora un leggero aumento col tempo, dopo estratte, come lo prova la seguente misura:

|                |                |                    |                    |                    |                    |                |                    |
|----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|--------------------|
| Ore            | 0 <sup>h</sup> | 0 <sup>h</sup> 15' | 0 <sup>h</sup> 30' | 0 <sup>h</sup> 45' | 1 <sup>h</sup> 30' | 5 <sup>h</sup> | 7 <sup>h</sup> 30' |
| 1/I in secondi | 44"            | 43"                | 42"                | 41"                | 40"                | 47"            | 49"                |

Questo comportamento però non si ritrova di frequente; per solito la radioattività rimane stazionaria, o quasi, durante le prime tre ore; poi decresce

un po' rapidamente per quindi diminuire sempre più lentamente, secondo una legge assintotica.

*Carattere dei raggi emessi dalle lamine attivate.* — In primo luogo riferiamo il loro potere di penetrazione. Sopra la lamina attiva furono posti successivamente più fogli di stagnola o di carta e poi misurata al solito la velocità di carica dell'elettrometro.

Seguono alcune misure; l'intensità senza fogli fu ridotta a 100.

Carta dello spessore di mm. 0,022. Curva (1) (fig. 4).

|                   |     |    |    |      |     |     |     |
|-------------------|-----|----|----|------|-----|-----|-----|
| Numero dei fogli. | 0   | 1  | 2  | 3    | 4   | 5   | 6   |
| I                 | 100 | 50 | 25 | 14,3 | 7,3 | 2,7 | 0,9 |

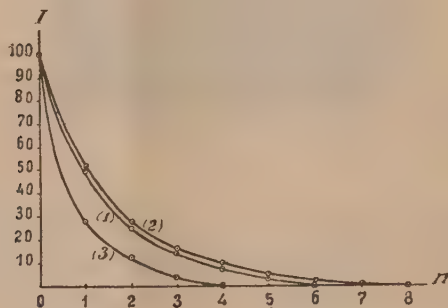


FIG. 4.

Carta dello spessore di mm. 0,015. Curva (2).

|              |     |    |    |    |   |   |     |     |     |
|--------------|-----|----|----|----|---|---|-----|-----|-----|
| Numero fogli | 0   | 1  | 2  | 3  | 4 | 5 | 6   | 7   | 8   |
| I            | 100 | 52 | 28 | 16 | 9 | 5 | 2,4 | 1,1 | 0,5 |

Stagnola dello spessore di mm. 0,009. Curva (3).

|              |     |    |      |     |     |
|--------------|-----|----|------|-----|-----|
| Numero fogli | 0   | 1  | 2    | 3   | 4   |
| I            | 100 | 28 | 12,5 | 3,5 | 0,5 |

In secondo luogo ho misurato come varii l'intensità della corrente al condensatore nella misura elettrometrica col variare della differenza di potenziale. Nella tabella che segue nella prima linea sono indicati i Volt a cui viene successivamente portata la lamina attiva, nella seconda i secondi impiegati dalla lamina collegata coll'elettrometro per caricarsi al solito da 2 a 6 Volt.

|      |      |      |       |     |     |     |     |     |     |     |       |
|------|------|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Volt | 8    | 10   | 12    | 14  | 16  | 18  | 20  | 30  | 40  | 50  | 60    |
| 1/I  | 173" | 101" | 78",5 | 64" | 58" | 49" | 45" | 40" | 37" | 35" | 33",5 |



La figura 5 rappresenta i numeri trovati e mostra come a 60 Volt sia quasi raggiunta la corrente di saturazione.

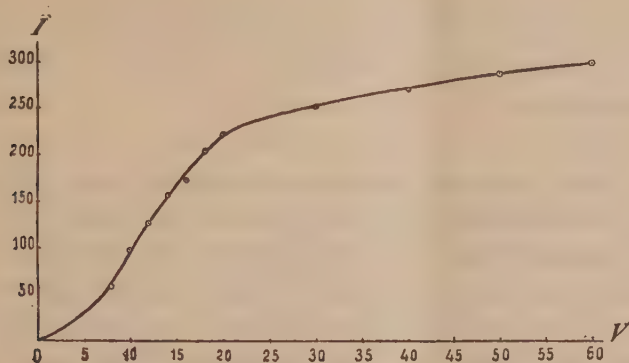


FIG. 5.

*Appendice.* — In una campana del contenuto di 10 litri collegata con una macchina pneumatica e sul cui fondo era una bacinella contenente ossido di torio fu prima introdotta aria umida, accuratamente priva di pulviscolo atmosferico e dopo 16 ore cercai se si produceva nebbia con un'espansione subitanea entro quei limiti in cui l'aria naturale non presenta questa condensazione; ma non ho ottenuto risultati netti.

Mi preme inoltre di ricordare che filtrando attraverso l'ovatta l'aria della cassa, in cui era stata rinchiusa coll'ossido di torio, ottenni una attivazione così forte dell'ovatta che potei ottenere con questa delle azioni fotografiche attraverso una lamina sottile di alluminio. Il modo col quale la radioattività dell'ovatta decresce spontaneamente col tempo è caratterizzata da questi numeri.

| Ore            | 0 <sup>h</sup> | 1 <sup>h</sup> | 19 <sup>h</sup> |
|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 1/I in secondi | 28"            | 25"            | 72"             |

Così anche l'ovatta attivata per filtrazione può presentare quel leggero aumento iniziale già riferito per le lamine attirate coll'effluvio.

Compio il grato dovere di ringraziare pubblicamente il dott. Caboni, che mi fu di efficacissimo aiuto nelle presenti ricerche.

Fisica. — *Sulle rotazioni bimagnetiche del piano di polarizzazione della luce.* Nota di QUIRINO MAJORANA, presentata dal Socio BLASERNA.

In una Nota preliminare precedente, indicai col nome di *rotazioni bimagnetiche*, certe rotazioni subite dal piano di polarizzazione di un raggio luminoso traversante talune soluzioni magnetiche poste in un campo magnetico. Il fenomeno ha luogo se il fascio di raggi è normale alle linee di forza e se il piano di polarizzazione non è parallelo o normale a queste. Riferendomi a quanto dissi nella Nota citata, le rotazioni bimagnetiche possono essere *positive* o *negative*; e mi preme far notare che tali denominazioni sono state da me introdotte, e sono adoperate, per ottenere maggior semplicità di linguaggio, non avendole io ricavate da alcuna ragione teorica o di raffronto con altri fenomeni conosciuti.

*Modo di sperimentare.* — Prima di indicare i processi da seguirsi per ottenere *liquidi attivi*, liquidi cioè che hanno *potere rotatorio bimagnetico*, dirò brevemente del modo di osservare il fenomeno. La disposizione è simile a quella indicata per la constatazione della birifrangenza (v. Note precedenti); il secondo compensatore D è soppresso, e si possono misurare le rotazioni dell'analizzatore B, leggendo sul cerchio graduato (non segnato in figura) le posizioni angolari di questo. La sorgente di luce in queste esperienze, deve essere o la lampadina a filo molto brillante, o una fenditura sottile illuminata da un arco voltaico. In entrambi i casi la linea molto luminosa che si osserva, se i nicol non sono incrociati, è orizzontale, affinchè il fascio piano di raggi sia nelle sue varie parti, in campo magnetico uniforme. Non succederebbe così se si ponesse il filamento o la fenditura in posizione verticale. Una sorgente larga di luce, come sarebbe tutto un fascio di raggi proveniente da un arco voltaico, senza la delimitazione ottenuta con la fenditura, non consente misure molto precise, giacchè è allora assai difficile giudicare la posizione di assoluta estinzione. È necessario, specie se si fanno delle misure, sapere esattamente quale è l'angolo che il piano di polarizzazione fa colle linee di forza del campo. A tal fine, in una esperienza preliminare, si riempie la vaschetta di *ferro Bravais* vecchio e molto diluito. Questo liquido permette di trovare le posizioni dei nicol, per le quali non si ha traccia di birifrangenza a meno di *1 o 2 minuti primi*; esse corrispondono alle posizioni  $0^\circ$  e  $90^\circ$ , e con ciò si può, in ciascuna esperienza conoscere la posizione angolare dell'analizzatore. Per osservare la rotazione, bimagnetica si pone il polarizzatore colla sua diagonale maggiore a  $45^\circ$  sul



campo, sia a destra che a sinistra. Se tutto è regolato all'oscurità, e se il liquido è attivo, inviando la corrente nell'elettromagnete, si vede ricomparsire la luce, e per riottenere l'oscurità occorre girare l'analizzatore di un piccolo angolo. Se il nuovo angolo tra la diagonale maggiore del nicol e le linee di forza è maggiore di  $45^\circ$  si ha *rotazione positiva*, se è minore si ha la *negativa*.

*Liquidi attivi.* — Il fenomeno della rotazione bimagnetica non era forse prevedibile, ed è anche perciò, che, a differenza della birifrangenza magnetica, io mi imbattei in esso senza che lo cercassi. Ricercando i casi di birifrangenza magnetica passai in rivista le principali soluzioni acquose di sali di ferro, giacchè esse, con maggior probabilità, lasciavano sperare nella constatazione del detto fenomeno; e studiando il comportamento del cloruro ferrico in un campo magnetico, osservai, dopo numerosi tentativi, per la prima volta il fenomeno della rotazione bimagnetica, in luogo della birifrangenza. Il liquido era stato tolto da un vecchio reagentario, travasato in una boccetta, filtrato e introdotto nella vaschetta V. La rotazione, abbastanza netta, era *negativa*. Incominciai subito lo studio di questo fenomeno, ma con grande mia sorpresa mi accorsi che dopo poche ore il liquido della vaschetta, e dopo pochi giorni tutto quello rimasto nell'originaria boccetta, era divenuto completamente inattivo. Preparai allora altre soluzioni di cloruro ferrico con concentrazioni diversissime; mutai l'intensità del campo magnetico partendo dalla più debole sino ad arrivare alla più grande che con la mia elettrocalamita potessi ottenere; provocai alterazioni del cloruro ferrico, sia facendolo bollire poco o ripetutamente, sia trattandolo con lievi quantità di acido cloridrico; molti altri tentativi feci che qui non riporto e passai in fine in rivista tutte le boccette di cloruro ferrico possedute dai numerosi reagentari degli istituti chimici di Roma; ma non riuscii più a riottenere il fenomeno visto la prima volta. Nell'incertezza in cui mi trovavo, per non aver avuto tempo, non solo di studiare, ma anche di constatare bene il fenomeno, non mi sapevo decidere ad abbandonare questo studio, e, d'altro canto, non vedevo nulla che mi potesse guidare nella ricerca di un fenomeno, che il caso mi aveva fatto scorgere per brevi istanti.

Dopo lunghi tentativi, arrivai finalmente alla conclusione che la soluzione di cloruro ferrico dotata della proprietà suesposta, doveva essere impura: giacchè cloruro ferrico purissimo, sciolto in acqua, e privo di ossicloruri, non presenta mai traccia di rotazione bimagnetica. Rendendo impura la soluzione, col farla agire su speciali idrati di ferro, si può osservare questo fenomeno. Infatti è noto che le soluzioni di cloruro ferrico hanno la proprietà di sciogliere taluni ossidi idrati di ferro. Questo fatto viene appunto utilizzato nella preparazione del ferro dializzato; ma la soluzione di ossido ferrico nel cloruro, ottenuta in una delle maniere indicate nei trattati di chimica, non mostra mai traccia di rotazione; le attuali soluzioni attive

vengono ottenute invece facendo agire il cloruro ferrico su idrati di ferro preparati altrimenti. E qui debbo dire che, forse a causa della poca pratica da me posseduta in fatto di manipolazioni chimiche, non sono riuscito ad individuare chimicamente la costituzione degli idrati di cui si tratta, ma sólo a specificare le condizioni, osservando le quali si possono ottenere liquidi attivi. Del resto ciò era per me sufficiente, e sarebbe in seguito compito di un chimico il resto. Ecco ora le norme da seguirsi per preparare i detti liquidi attivi. Esse valgono qualora la vaschetta destinata a contenere il liquido sia lunga 7 cm. circa; in caso diverso occorrerebbe studiare la concentrazione più conveniente della soluzione di cloruro ferrico. La soluzione da me adoperata ha sempre la densità di 1,05 circa. Se essa è preparata di recente, il suo colore è giallo-rossastro, e non è molto adatta alle prove successive. Per cui è meglio ricercare del vecchio cloruro ferrico che abbia quella densità, e che, a causa di alterazioni chimiche, sia colorato in giallo canario piuttosto chiaro. Se ciò non è possibile, basta aggiungere ad una soluzione recente poche gocce (in 100 cm. c.) di acido cloridrico concentrato, onde provocare la decolorazione. Si ha così un liquido (*soluzione tipica*) il cui potere assorbente per la luce non è molto forte, e che è sempre inattivo. Per rendere attiva la soluzione tipica si può procedere in diverse guise.

a) Si prepari del cloruro ferroso in soluzione acquosa, e lo si lasci in una bottiglia chiusa per parecchie settimane. Si vuoti la bottiglia, e la si lavi ripetutamente con acqua distillata; sulle sue pareti interne rimangono in certi punti aderenti piccole tracce di un idrato di ferro. Pochi centimetri cubici di soluzione tipica, posti in questa bottiglia e agitati per un paio di minuti, forniscono del liquido attivo. La rotazione bimagnetica che si osserva è sempre *negativa*, e cioè per riottenere l'oscurità, occorre girare alquanto l'analizzatore in guisa che il piano normale alla sezione principale (piano di polarizzazione) si accosti al piano delle linee di forza del campo.

b) Si bagnino con soluzione cloridrica concentrata dei piccoli chiodi di ferro (lunghezza 10 mm., spessore 1 mm. circa) non ossidati; e si pongano così in una bacinella avendo cura di scolare il liquido eccedente. Dopo 48 ore si lavino i chiodi a grand'acqua, si lascino asciugare distendendoli su di un piano di vetro o di porcellana, e si aspetti prima di procedere oltre ancora qualche giorno. In una piccola provetta di vetro si versino circa 10 cm. c. di soluzione tipica e in essa si gettino 2 o 3 gr. di ferro ossidato come si è detto. Si agita per qualche minuto e si filtra. Il liquido così ottenuto è attivo e dà rotazione *negativa*. Un eccessivo soggiorno del ferro ossidato nel cloruro ferrico, nuoce alla nettezza del fenomeno.

c) È questo il processo più semplice e più efficace, per ottenere liquidi con potere rotatorio bimagnetico marcato. In 25 cm. c. di soluzione ti-



pica si pongano 10 gr. di piccoli chiodi di ferro ben tersi; si scalda in un piccolo matraccio, sino all'inizio della ebollizione, avendo cura di non spingere l'operazione tanto da trasformare completamente il cloruro ferrico in ferroso. Si raffredda poi il tutto, si scolano i chiodi, su cui è incominciato un processo di ossidazione, e si distendono su di un foglio di carta bibula. Dopo 3 ore, e non più tardi di 36, il ferro così ossidato serve ad ottenere liquido attivo. Se si procede come in *b*, ma molto rapidamente, lasciando i chiodi in contatto della soluzione ferrica per pochi secondi, si ha liquido attivo positivo; ma talvolta il risultato di questa operazione è incerto, dipendentemente da circostanze che non mi è ben riuscito di determinare. Dopo il primo rapido lavaggio dei chiodi con soluzione tipica, si ripeta l'operazione con altro liquido fresco, agente sugli stessi chiodi, e si agiti la provetta per 2 o 3 minuti. Si ha così sempre liquido attivo *negativo*. Anche qui non si deve prolungare troppo l'azione del sale ferrico sul ferro ossidato. Se la preparazione del liquido attivo vien fatta molto tempo dopo (più di 36 ore circa) quella del ferro ossidato, l'attività del liquido può mancare affatto.

*d*) Si lasciano attaccare dei pezzi di ferro o chiodi ben tersi, distesi su di una lastra di vetro, dall'acido cloridrico non in eccesso. Dopo tre giorni si scelgano con una pinza, fra i pezzi di ferro, quelli che più marcatamente sono ricoperti da un idrato color ruggine, e su 2 o 3 gr. di essi si facciano agire 10 cm.c. di soluzione tipica: si agita per qualche minuto. Il liquido filtrato dà spesso rotazione *positiva*, ma questo risultato può talvolta mancare, ottenendosi liquido inattivo o negativo.

Riassumendo: è abbastanza facile ottenere liquidi con potere rotatorio negativo, e ulteriori esperienze sarebbero necessarie onde specificare meglio in quali condizioni si ottenga la rotazione positiva. In ogni modo è sempre da avvertire che tutti i liquidi preparati perdono rapidamente la loro attività; la rotazione osservata immediatamente dopo la preparazione resta ridotta a metà già dopo una o due ore, e l'indomani il fenomeno è quasi completamente scomparso. Per cui è certo che il cloruro ferrico lasciato a sè per un certo tempo, è del tutto inattivo, ed evidentemente il liquido che per la prima volta mi aveva fornito la rotazione bimagnetica, doveva avere agito, all'atto dell'esperienza o poco prima, su qualche idrato di ferro che casualmente aderiva alle pareti del recipiente.

Le seguenti misure sono state fatte studiando la rotazione bimagnetica negativa, quella cioè che più facilmente si ottiene, ed ho quasi sempre fatto uso della preparazione indicata in *c*.

*Dispersione rotatoria.* — Volendo studiare le leggi con cui avviene il predetto fenomeno, occorre adoperare luce monocromatica. Ciò in conseguenza del fatto che i poteri rotatori per i differenti colori sono differenti. Vi sarebbe dunque da studiare la *dispersione rotatoria bimagnetica*, ma a dire

il vero io credo che ciò, data la piccolezza e la instabilità dei fenomeni, sarebbe molto difficile.

*Spessore del liquido.* — Mi sono dunque limitato a porre tra l'analizzatore e l'occhio, un vetro verde quasi monocromatico e a studiare il fenomeno solo su questa tinta. Rimane sempre la difficoltà della instabilità del prodotto. Si tratti p. e. di determinare come varii il potere rotatorio con la lunghezza del liquido traversato. Si costruiscono due vaschette di lunghezze eguali rispettivamente a 35 e 70 mm. Riempite di porzioni dello stesso liquido attivo, procedo ad osservazioni delle rotazioni per lo stesso campo (18000 u.) ora per una, ora per l'altra vaschetta, quando i nicol sono a 45° sulle linee di forza. Così, alternando le misure, si vede che i valori della rotazione vanno decrescendo per ciascuna vaschetta, a causa della diminuzione della attività, ma con dieci osservazioni per vaschetta si hanno come medie i valori:

|                     |        |         |
|---------------------|--------|---------|
| vaschetta di 35 mm. | rotaz. | 1° 6'   |
| " " 70 "            | "      | 2° 18'. |

Sicchè è da ritenersi che: *la rotazione bimagnetica è proporzionale allo spessore del liquido traversato.* Poichè la rotazione non può crescere indefinitamente, giacchè se il piano di polarizzazione coincide o è normale alle linee di forza essa è nulla, si intende che questa legge è approssimata, e può valere finchè i liquidi (come quelli da me preparati) hanno piccolo potere rotatorio, e spessore relativamente breve.

*Intensità del campo.* — Per studiare la dipendenza tra la intensità del campo e la rotazione, occorre procedere in maniera analoga. Scelgo quattro valori di quella intensità, e prendendo le medie di più osservazioni si ha:

|                         |        |        |        |         |
|-------------------------|--------|--------|--------|---------|
| intensità (u. C. G. S.) | 500    | 1000   | 5000   | 18000   |
| rotazione               | 1° 13' | 1° 40' | 2° 30' | 2° 42'. |

Sicchè *il potere rotatorio cresce in principio assai rapidamente col campo, e finisce, al di là di una certa intensità non molto grande, per divenire quasi costante.* Questo fatto mi aveva suggerito l'idea di adoperare vaschette molto lunghe e campi piuttosto deboli onde ottenere cospicue rotazioni. Provai infatti a sostituire espansioni polari molto più lunghe (normalmente al campo) di quelle sinora adoperate e che come è noto erano di 7 cm.; la vaschetta fu cambiata in altra di conveniente lunghezza. Con ciò ottenni realmente rotazioni più forti; ma non guadagnai nulla nella precisione delle misure, giacchè, col crescere dello spessore del liquido, cresceva l'assorbimento della luce, e quindi l'incertezza nel determinare l'angolo di estinzione.

*Teoria del fenomeno.* — La spiegazione più semplice della rotazione bimagnetica è quella di ammettere un ineguale assorbimento da parte del liquido, delle componenti della vibrazione, normalmente e parallelamente alle linee di forza. Questa idea, che mi fu suggerita dal prof. Voigt, è accennata

in un lavoro teorico sull'argomento pubblicato recentemente da questo fisico (1). È opinione del prof. Voigt che la rotazione bimagnetica debba osservarsi là dove coesiste piccola birifrangenza e notevole pleocroismo magnetico, ma a dire il vero, io ho constatato nette rotazioni senza che abbia potuto scorgere traccia di birifrangenza. Per cui lo studio dell'attuale fenomeno può farsi se non sempre, spesso, indipendentemente dalla birifrangenza. Consideriamo una vibrazione luminosa propagantesi nell'interno di un liquido attivo, normalmente alle linee di forza, e polarizzata in un piano nè parallelo, nè normale al campo. Sia  $V$  l'ampiezza della vibrazione all'ingresso nel liquido; se  $\alpha$  è il suo angolo colle linee di forza,  $C_p$  la sua componente secondo queste e  $C_n$  la normale, si avrà

$$\frac{C_n}{C_p} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Sotto l'azione di un campo di determinata intensità, e per lo spessore totale del liquido, le componenti predette rimangono inegualmente assorbite. Supponiamo che la  $C_n$  diventi  $k_n C_n$  e la  $C_p$   $k_p C_p$ , essendo entrambi gli indici  $k_n$  e  $k_p$  minori di uno, se  $k_n < k_p$  la vibrazione uscirà dal liquido con un angolo  $\beta < \alpha$  e si avrà rotazione bimagnetica positiva. Sarà allora:

$$\frac{k_n C_n}{k_p C_p} = \operatorname{tg} \beta, \text{ ed anche } \frac{k_p}{k_n} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}. \quad (1)$$

E poichè i due indici di assorbimento sono indipendenti dall'angolo sotto cui entra la vibrazione nel liquido, si intende che *per lo stesso liquido, contenuto nella stessa vaschetta e a parità di campo, il rapporto delle tangenti degli angoli che la vibrazione fa colle linee di forza entrando ed uscendo dal liquido è costante*. Chiamando questo rapporto con  $m$  la precedente relazione si può scrivere:

$$\frac{m-1}{m+1} = \frac{\operatorname{sen}(\alpha-\beta)}{\operatorname{sen}(\alpha+\beta)}, \text{ od anche} \quad (2)$$

$$\operatorname{sen}(\alpha-\beta) = \frac{m-1}{m+1} \operatorname{sen}(\alpha+\beta). \quad (3)$$

Ora  $\alpha - \beta$  è la rotazione bimagnetica che si osserva; dalla (3) si deduce che affinchè essa sia massima, deve essere massimo  $\operatorname{sen}(\alpha + \beta)$ ; cioè  $\alpha + \beta = 90^\circ$ . In pratica i due angoli  $\alpha$  e  $\beta$  differiscono di poco, per cui la massima rotazione si ha in vicinanza di  $45^\circ$ , come realmente io avevo trovato.

Onde verificare meglio se la legge delle tangenti è sempre soddisfatta, ho proceduto a numerose misure, applicando la relazione (2). La (1) mal si sarebbe prestata a ciò, poichè è chiaro che, essendo  $\alpha$  e  $\beta$  poco differenti,

(1) Drude, Annalen d. Phys. 1902, n. 8, pag. 881.



il rapporto, delle loro tangenti, ancorchè la legge enunciata non fosse stata ben soddisfatta, sarebbe stato sempre assai prossimo all'unità, e cioè vicino al valore di  $m$ . La (2) si presta meglio, poichè al primo membro comparisce come fattore l'eccesso di  $m$  sull'unità.

Servendomi di liquidi di recente preparazione, ho determinato i valori di  $\alpha - \beta$  per  $\alpha$  prossimo a  $20^\circ$ ,  $45^\circ$ , e  $70^\circ$ . E ciò con il solito criterio, onde eliminare errori dovuti alla continua diminuzione di attività di ciascun liquido. Le misure fatte con una sola preparazione, non sarebbero state sufficienti per verificare o meno la legge delle tangenti, per cui ripetei per parecchi giorni di seguito la serie di osservazioni, rinnovando ogni volta il liquido. Le seguenti cifre sono le medie delle osservazioni eseguite cambiando dieci volte il liquido attivo, e con ciascun campione venne osservato dieci volte di seguito il valore della rotazione, per i tre angoli predetti:

|                                                                     |                |                |                |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| $\alpha$                                                            | $20^\circ 34'$ | $45^\circ 0'$  | $70^\circ 5'$  |
| $\beta$                                                             | $19^\circ 19'$ | $42^\circ 56'$ | $68^\circ 43'$ |
| rotazione                                                           | $1^\circ 15'$  | $2^\circ 4'$   | $1^\circ 22'$  |
| $\frac{\text{sen } (\alpha - \beta)}{\text{sen } (\alpha + \beta)}$ | 0,0340         | 0,0361         | 0,0362         |

Per cui si vede che la legge delle tangenti è soddisfatta con sufficiente approssimazione.

Un'ulteriore verifica sarebbe stata desiderabile, e cioè la constatazione diretta del diverso assorbimento, a seconda della posizione del piano di polarizzazione, del fascio traversante il liquido, normalmente alle linee di forza. E propriamente, nel caso di rotazione bimagnetica positiva, l'onda più assorbita dovrebbe esser quella il cui piano di polarizzazione coincide con quello delle linee di forza, e nel caso della negativa, l'onda polarizzata normalmente. Ora benchè io avessi ottenuto talvolta per pochi minuti liquidi così attivi da far rotare il piano di polarizzazione per  $4^\circ 30'$  (nicol a  $45^\circ$  sul campo), pure non potei mai constatare alcun sensibile mutamento nell'intensità luminosa di un fascio di raggi polarizzato sia orizzontalmente che verticalmente, all'istante della eccitazione del campo.

Nello studio della birifrangenza magnetica presentata dal ferro dializzato, feci notare che essa è sempre accompagnata da dicroismo magnetico, e che i due fenomeni sono collegati in guisa, da essere sempre l'onda più lenta la più assorbita. Sembra a priori possibile, in un liquido che contemporaneamente presenti, all'eccitazione del campo, birifrangenza, pleocroismo, e potere rotatorio bimagnetico, studiare quest'ultimo dopo aver compensata la prima. E ammesso ciò, se il comportamento dei liquidi studiati in questa Nota fosse paragonabile a quello del ferro dializzato, salvo la prevalenza nei primi del dicroismo sulla birifrangenza (la quale sarebbe inosservabile), si dovrebbe concludere che a *rotazione bimagnetica positiva* corrisponde *biri-*

*frangenza negativa* e viceversa. Allo scopo di verificare la giustezza o meno di questa veduta, mi diedi a ricercare se tra i campioni di ferro dializzato da me studiati ve ne fosse taluno che oltre alla birifrangenza e al dicroismo, presentasse anche il fenomeno della rotazione. Potei infatti trovare qualche esempio di ferro dializzato dotato di piccola birifrangenza positiva mista a rotazione bimagnetica negativa (ferro del 4° tipo, v. Note prec.). Mi volli però assicurare se un tal risultato fosse senz'altro da ammettersi come costante, e a tal fine studiai accuratamente gli altri ferri dializzati anche molto attivi per birifrangenza, che avevo a mia disposizione. In questo studio non potei andare molto avanti, giacchè mi accorsi che a causa dei forti valori della birifrangenza, era impossibile ottenere completa oscurità per quanto si girasse l'analizzatore, dopo aver compensato la birifrangenza per un dato colore, od averla portata uguale ad un numero intero di lunghezze di onda, regolando l'intensità del campo. Solo sul punto di inversione, se questo era un po' alto, mi fu possibile constatare nettamente la rotazione. Orbene per tre campioni, i soli che possedessero punto di inversione elevato (intorno a 5000 u.), potei constatare che, per intensità del campo un po' minore, eguale e un po' maggiore di quella corrispondente al punto di inversione, i liquidi avevano netti poteri rotatori bimagnetici negativi (circa due gradi di circonferenza, essendo i nicol a 45° sul campo). Questo risultato ci dice dunque che il segno della rotazione bimagnetica non è sempre collegato con quello della birifrangenza, e qualche altra ipotesi sarà necessaria onde potere mantenere la spiegazione del prof. Voigt, come per esempio quella che il cambiamento di segno della birifrangenza non avviene, al crescere del campo, contemporaneamente a quello del dicroismo. Ciò del resto sarebbe assai difficile constatare, giacchè quest'ultimo fenomeno è, in vicinanza del punto di inversione della birifrangenza, tanto debole da essere inosservabile.

Terminerò questo studio avvertendo che nell'esposizione dei fatti, ho sempre cercato di indicare in principio i più semplici per passare poi ai complicati. Ma se per i primi mi è stato possibile specificare talvolta circostanze essenziali per la constatazione dei fenomeni, e tal'altra stabilire leggi a cui questi fenomeni soddisfanno, ho dovuto spesso rinunciare allo studio degli altri, a causa delle molteplici difficoltà da me incontrate. È perciò che mi limito per esempio ad accennare che si può constatare ancora la sovrapposizione di rotazioni a birifrangenza anche nel caso di soluzioni di cloruro ferrico, ma che, precisare le condizioni essenziali affinché ciò avvenga, mi è stato sinora impossibile.

E infine dirò che il prof. Sella mi ha fatto notare che il dott. Kerr <sup>(1)</sup> aveva già trovato in elettrostatica, un fenomeno analogo a quello di cui è

(<sup>1</sup>) Philos. Magaz., v. 8, 1879, pag. 100.

oggetto questa Nota. Rotazioni del piano di polarizzazione della luce del tutto simili alle descritte, furono constatate dal Kerr; adottando per esse denominazioni analoghe a quelle da me ora adoperate, esse, come apparisce dalla Memoria del Kerr, erano *negative*, e furono osservate nel cloruro di stagno sotto l'azione di un campo elettrostatico. Questo fatto, dimenticato forse dai fisici, non fu oggetto di accurati studi nemmeno da parte dello stesso Kerr, a causa della alterabilità del liquido in presenza dell'aria. L'aspetto alquanto torbido del liquido studiato dal Kerr si rileva anche nelle soluzioni di cloruro ferrico da me adoperate e forse l'assoluta analogia dei due fenomeni, ci aiuterà in seguito nel dare una spiegazione più completa di quella più sopra riportata.

**Fisica.** — *Determinazione dei potenziali alternanti.* Nota del dott. CAMILLO CARPINI, presentata dal Socio BLASERNA.

1. In una Nota precedente <sup>(1)</sup> ho fatto vedere come e con quale approssimazione si possa determinare, con i mezzi comuni da laboratorio, il potenziale elettrostatico, servendosi della deformazione prodotta in un liquido piano conduttore e in comunicazione col suolo, da una sfera sovrastante elettrizzata.

Mi proposi in seguito di esaminare che cosa avviene di questa deformazione quando la sfera viene portata a potenziali alternanti sinusoidalmente. La prima questione che si presentava era di esaminare se e con quale frequenza di alternazione si ha una deformazione costante o variabile con le vicende del potenziale. Adoperando come liquido l'olio di olivo, non ottenni alcuna deformazione netta, che potei invece raggiungere sostituendo un liquido conduttore, come l'acqua leggermente acidulata, con una frequenza di 80 alternazioni al secondo. Un esame stroboscopico mi convinse che con questa frequenza la deformazione poteva ritenersi permanente.

Applicando a questa deformazione le formule del Sella, trovate per il caso statico, si ottiene un certo potenziale; io mi proposi di determinare in che relazione stesse col potenziale alternato cui era portata la sfera, ciò che feci determinando il potenziale efficace mediante la distanza esplosiva fra punta e piano. I numeri che in seguito saranno riportati dimostrano che la deformazione del liquido corrisponde al potenziale efficace.

2. Prima di cominciare le misure, mi proposi di vedere se si potesse o no semplificare il metodo dell'astigmatismo da me adoperato nella prima

(<sup>1</sup>) Rend. d. Acc. d. Lincei. (5) XI, 65, 1902.



ricerca per determinare il raggio di curvatura della superficie liquida deformata. È nota la relazione:

$$\varrho = 2 \frac{s' t'}{s' - t'} \operatorname{sen} \varphi \operatorname{tang} \varphi$$

che dà il raggio di curvatura in funzione delle distanze  $s'$ ,  $t'$  delle due linee astigmatiche dalla superficie riflettente e dell'angolo  $\varphi$  di incidenza della luce. Nella mia prima ricerca determinavo direttamente le due distanze  $s'$  e  $t'$  spostando uno schermo sul quale erano tracciate delle linee. Ora invece volli ridurre la misura di queste due distanze a quella dello spostamento dell'oculare per la messa a fuoco delle due linee astigmatiche. La questione è molto semplice; infatti è chiaro che se si conosce la posizione dei piani principali e la distanza focale della lente obbiettiva e se si misura la distanza fra un determinato punto dell'oculare e l'immagine data dall'obbiettivo nella posizione della visione distinta, determinando la distanza di questo punto dall'obbiettivo per una data immagine, si potrà risalire alla determinazione della distanza dell'oggetto corrispondente dell'obbiettivo, e quindi alla determinazione della posizione delle linee astigmatiche.

Per confrontare i due metodi feci una serie di misure con una lente piano convessa di cui il raggio di curvatura misurato allo sferometro era di cm. 75. I numeri che seguono sono la media di parecchie misure:

1° Metodo  $s' = \text{cm. } 74,5$   $t' = \text{cm. } 10,6$   $r = \text{cm. } 69,1$

2° Metodo  $s' = \text{cm. } 76,0$   $t' = \text{cm. } 10,9$   $r = \text{cm. } 71,1$

Tali numeri mostrano l'attendibilità pratica del secondo metodo, che sperimentalmente è molto più semplice del primo, perchè una volta determinate con cura le costanti ottiche del cannocchiale si può dal solo spostamento dell'oculare dedurre le due grandezze  $s'$  e  $t'$ , evitando così la puntatura della mira, richiesta dal primo metodo, puntatura che riesce praticamente più difficile di quella delle linee astigmatiche per la grande influenza che ha il modo con cui viene illuminata la mira stessa.

Perciò nella ricerca, che segue, ho adoperato di preferenza il secondo metodo, pur controllandolo talvolta col primo.

3. La disposizione sperimentale fu la seguente: il liquido messo al suolo comunicava con un polo del secondario di un rocchetto di Rumbkorff, mentre l'altro polo comunicava con la sfera deformatrice isolata. Nel primario, recante un tasto interruttore, circolava la corrente alternata di città trasformata a 100 Volt, con una frequenza di 80 alternazioni al secondo: una resistenza ad acqua e un reostata permettevano di variare il potenziale ai poli del secondario.

La distanza esplosiva, per la determinazione del potenziale, fu misurata tra un piano di ferro ed un cono di ottone (angolo  $15^\circ$ ) munito di vite mi-

crometrica. Le superficie erano ripulite con cura assai spesso ed il cono sovente cambiato. Onde tener conto inoltre di possibili variazioni del potenziale durante il tempo della determinazione del raggio di curvatura, misuravo la distanza esplosiva sia prima, sia dopo tale determinazione.

I potenziali che saranno in seguito riportati corrispondentemente alle distanze esplosive sono stati tratti dalla curva costruita in base ai risultati che l'ing. Jona dà nell'Elettricista <sup>(1)</sup> ed in base alla seguente tabella, che debbo alla sua cortesia e che completa quei risultati, per voltaggi più bassi.

| Distanza esplosiva | Volt efficaci |
|--------------------|---------------|
| 0,5 . . . . .      | 1250          |
| 1,0 . . . . .      | 1750          |
| 1,5 . . . . .      | 2150          |
| 2,0 . . . . .      | 2500          |
| 2,5 . . . . .      | 2850          |
| 3,0 . . . . .      | 3220          |
| 4,0 . . . . .      | 3950          |
| 5,0 . . . . .      | 4700          |
| 6,0 . . . . .      | 5350          |
| 7,0 . . . . .      | 6100          |
| 8,0 . . . . .      | 6750          |
| 9,0 . . . . .      | 7450          |
| 10,0 . . . . .     | 8200          |

4. Per avere una idea dell'approssimazione da me raggiunta col metodo dianzi esposto, trascrivo una delle serie di osservazioni tra le molte eseguite:

| Dist. bordo inferiore della<br>sfera dal liquido mm. 5,56. | Angolo luce 74°12' |     | e         | Potenziale | Dist. espl. |
|------------------------------------------------------------|--------------------|-----|-----------|------------|-------------|
|                                                            | s                  | t'  |           |            |             |
|                                                            | cm. 66,0           | 5,0 | cm. 367,9 | Volt. 4208 | 4,6         |
|                                                            | 67,0               | 5,5 | 407,5     | 4092       | 4,5         |
|                                                            | 69,0               | 5,0 | 366,6     | 4314       | 4,8         |
|                                                            | 72,0               | 5,2 | 381,2     | 4233       | 4,5         |
|                                                            | 72,5               | 5,0 | 365,2     | 4323       | 4,5         |
|                                                            | 71,5               | 5,0 | 365,6     | 4320       | 5,0         |
|                                                            | 71,0               | 5,0 | 365,8     | 4317       | 5,0         |

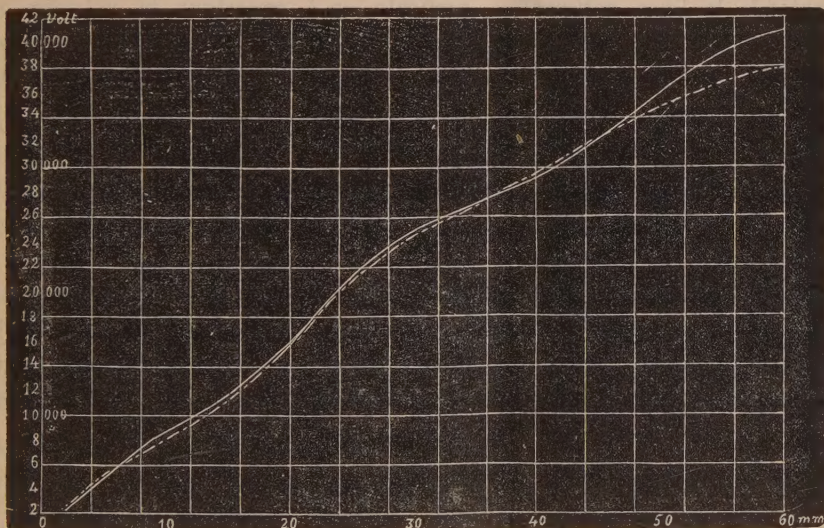
Lo scartamento massimo dal potenziale medio è di Volt 166, mentre quello della distanza esplosiva è di mm. 0,3, il che corrisponde secondo i risultati dello Jona ad una variazione di Volt 261; ciò che indicherebbe una costanza maggiore nelle mie determinazioni.

(1) Anno 1899.

Riassumo nella seguente tabella la media di molte serie di osservazioni ponendo a lato dei potenziali da me determinati quelli dedotti dalle esperienze dell'ing. Jona.

| Dist. bordo inf.<br>sfera dal liquido. | Dist. esplosiva | Potenziale in Volt<br>dedotto | (Jona) |
|----------------------------------------|-----------------|-------------------------------|--------|
|                                        | mm. 2,4         | 2310                          |        |
| mm. 5,56                               | 3,6             | 3618                          | 3628   |
|                                        | 4,6             | 4274                          | 4325   |
|                                        |                 |                               |        |
| mm. 11,33                              | 8,2             | 7493                          | 6840   |
|                                        | 9,2             | 8052                          | 7600   |
|                                        | 11,6            | 9642                          | 9160   |
| mm. 24,14                              | 21,1            | 16970                         | 17600  |
|                                        | 29,5            | 24802                         | 24400  |
|                                        | 42,7            | 30562                         | 30650  |
|                                        | 49,3            | 35435                         | 34594  |
|                                        | 60,0            | 40987                         | 38000  |

Aggiungo due curve ottenute con i numeri della tabella precedente — (ascisse: distanze esplosive — ordinate: potenziali) la curva continua rappresenta i miei risultati, la punteggiata quelli dell'ing. Jona.



Essendo le due curve quasi identiche, si deduce che *il fenomeno della deformazione della superficie liquida corrisponde al potenziale efficace.*

Non mi è stato possibile superare i 40000 Volt, perchè nel liquido succedono perturbazioni tali da rendere tremolante il raggio riflesso, sì da infirmare la precisione della misura del raggio di curvatura.



Noto infine come trattandosi di potenziali variabili debba entrare in giuoco la conduttività del liquido. Alcune esperienze su liquidi diversamente conduttori, fatte anche allo stesso potenziale mi hanno dato i seguenti risultati:

|                 | Aequa | Alcool amilico | Alcool amilico con KCl |
|-----------------|-------|----------------|------------------------|
| Potenz. in Volt | 23600 | 23400          | 24000                  |

Da tali numeri sembra potersi concludere che l'influenza della conduttività non si fa sentire nei limiti, che il metodo stesso può garantire.

5. Può sembrare strano l'aver ottenuto deformazioni permanenti con la frequenza di 80 alternazioni al secondo, specie se si pensi che J. H. Vincent <sup>(1)</sup> ottenne onde stazionarie nel mercurio percosso dalla punta di un corista, che vibrava con quella stessa frequenza. Fui così condotto a cercare il limite delle alternazioni, oltre il quale il liquido comincia a pulsare. Non potendo modificare il periodo della corrente sinusoidale, la sostituii con una corrente continua interrotta periodicamente da un interruttore Foucault: però giova notare che in tal caso non si ha un andamento sinusoidale, ma solo una serie di sbuffi di corrente interrotti da alcuni istanti di corrente nulla e che quindi questo stato di cose non corrisponde a quello da me studiato. Fino a 14 interruzioni al secondo, il liquido riproduceva esattamente le pulsazioni della corrente. Sostituii poi all'interruttore Foucault un corista elettromagnetico con un periodo variabile da 30 a 64 vibrazioni al secondo. Ecco i risultati ottenuti all'esame stroboscopico. Partendo da una piccola frequenza e puntando la linea astigmatica verticale, se è opportuna la velocità del disco di cartone forato, al posto della linea verticale comparisce una piccola ellisse, cioè si coglie il liquido in una fase, per cui la sua deformazione è adatta a dare nel campo del cannocchiale la linea astigmatica orizzontale. Crescendo il numero delle vibrazioni, l'ellisse diventa sempre più piccola fino a scomparire del tutto verso 45 o 50 vibrazioni al secondo. Si può dunque ritenere che verso una tale frequenza il liquido non risponda più alle pulsazioni della corrente.

6. Mi sia permessa una piccola osservazione alla mia prima Nota sopra citata. Trattandosi di raggi di curvatura non molto grandi, come quelli che ho per solito adoperati, bisognerebbe tenere conto anche della capillarità che si aggiunge, nell'opporli al sollevamento del liquido, alla forza di gravità, in modo che al termine  $g\delta\zeta$  andrebbe aggiunta  $\frac{2A}{\rho}$  in cui A è la costante di capillarità e  $\rho$  il raggio di curvatura. Per rendere conto della influenza di questo termine correttivo osservo che per  $\rho=300$  cm. ed  $A=3,5$  (mm. mgr.) per l'olio di olivo, si avrebbe  $g\delta\zeta=5$  e d'altra parte  $\frac{2A}{\rho}=0,23$ . Ciò che mostra appunto che l'influenza della capillarità non è trascurabile in un calcolo rigoroso.

(<sup>1</sup>) Philosophical Mag. 1899, vol. 48, pag. 338.

## PERSONALE ACCADEMICO

Giunse all'Accademia la dolorosa notizia della morte del Socio nazionale RICCARDO FELICI, mancato ai vivi il 20 luglio 1902; apparteneva il defunto all'Accademia sino dal 25 febbraio 1875.

## CORRISPONDENZA

Ringraziano per le pubblicazioni ricevute:

La R. Accademia di scienze e lettere di Copenaghen; la Società zoologica di Tokyo; la Società Reale ed il Museo britannico di Londra; la Società Reale delle scienze di Upsala; la R. Scuola Navale superiore di Genova; il Museo zoologico dell'Università di Copenaghen.

## OPERE PERVENUTE IN DONO ALL'ACCADEMIA

*dal 7 luglio al 3 di agosto 1902.*

- Bastian H. Ch.* — Studies in heterogenesis. I, II. London, 1901. 8°.  
*Biffi S.* — Opere Complete. Milano, 1902. 8°. 5 voll.  
*Brioschi Fr.* — Opere matematiche. T. II. Milano, 1902. 4°.  
*Gallegos J.* — Magnetismo universal. Guatemala, 1902. 8°.  
*Gibelli G.* (In memoria di). 1831-1898. Genova, 1902. 8°.  
*Guccia G. B.* — Sulle curve algebriche piane. Palermo, 1902. 8°.  
*Id.* — Sulle superficie algebriche. Palermo, 1902. 8°.  
*Haasemann L.* — Der Pendelapparat für relative Schweremessungen der deutschen Südpolarexpedition. Berlin, 1902. 8°.  
*Ingolf-Expedition* (The Danish). Vol. VI. 1. Copenhagen, 1902. 4°.  
*Kölliker A.* — Ueber die oberflächlichen Nervenkerne im Marke der Vögel und Reptilien. Leipzig, 1902. 8°.  
*Laurent H.* — Sur les principes fondamentaux de la Théorie des nombres et de la Géométrie. Paris, 1902. 8°.  
*Loriga G.* — Notizie e documenti sulla cura dell'afra epizootica con le iniezioni endovenose di sublimato corrosivo. Roma, 1902. 8°.  
*Meli R.* — Notizie scientifico-tecniche sui travertini e specialmente su quelli esistenti nella pianura sotto Tivoli. Roma, 1902. 4°.  
*Niederlehn G.* — Ressources végétales des Colonies françaises. Paris, 1902. 4°.  
*Passerini N.* — Il Letame di stalla. Firenze, 1902. 8°.



*Pflüger E.* — Ueber den Glykogengehalt der Thiere im Hungerzustand.  
Bonn, 1902. 8°.

Résultats du Voyage du S. Y. Belgica en 1897-1898-1899. Rapports scientifiques. 12 fasc. Anvers, 1901. 4°.

*Russo A.* — Studi su gli Echinodermi. Catania, 1902. 4°.

*Semmola E.* — La pressione dell'aria a Napoli ed al Vesuvio. Napoli, 1902. 8°.

*Veronese G.* — Les postulats de la géométrie dans l'enseignement. Paris, 1900. 8°.

V. C.